PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 4. 15. Februar 1905. Redaktionsschluss für No. 5 am 22. Februar 1905. 6. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:

F. Paschen, Über die Wärmeentwickelung des Radiums in einer Bleihülle. S. 97.

H. M. Dadourian, Die Radioaktivität der Bodenluft. S. 98.

H. Rebenstorff, Über das Verhalten der Schwefelsäure bei der Bildung von Nebeln. S. 101.

V. Fischer, Eine Bemerkung über Gravitations- und elektrische Masse. S. 106.

J. Zenneck, Theorie und Praxis in der drahtlosen Telegraphie. (Erwiderung auf die Bemerkung von Herrn E. F. Huth.) S. 107.

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Bologna:

Nr. 10: A. Bernini, Über die Magnetisierung einiger Alkalimetalle. S. 109.

J. J. T. Chabot, Ein geschlossener Quecksilber-Kommutator. S. 112.

A. Föppl, Ein Versuch über die allgemeine Massenanziehung. S. 113.

K. Honda, Y. Yoshida u. T. Terada, Über die sekundären Wellenbewegungen der Meeresgezeiten. S. 115.

J. F. H. Schulz, Sonnen-Korona und Kometen. S. 119.

Besprechungen:

F. Soddy, Die Radioaktivität. S. 123.

E. Rutherford, Radioaktivität. S. 123.

P. Besson, Das Radium und die Radioaktivität. S. 123.

Das Radium. (Zeitschrift.) S. 124.

B. Donath, Radium. S. 124.

H. Mayer, Die neueren Strahlungen. S. 124.

H. Mayer, Blondlots N-Strahlen. S. 124.

J. H. Ziegler, Lichtstrahlung des Radiums. S. 124.

C. Beckenhaupt, Die Urkraft im Radium. S. 124.

H. Ayrton, Der elektrische Bogen. S. 124.

B. Monasch, Der elektrische Lichtbogen bei Gleichstrom und Wechselstrom und seine Anwendungen. S. 124.

H. Birrenbach, Theorie und Anwendung des elektrischen Bogenlichtes. S. 125.

J. Bing, Der elektrische Lichtbogen. S. 125.

W. B. v. Czudnochowski, Das elektrische Bogenlicht. S. 125.

M. Möller, Orientierung nach dem Schatten. S. 125.

Schule der Pharmazie. III. S. 126.

H. Pécheux, Lehrbuch der Elektrizität. S. 126.

F. Dessauer, Röntgenologisches Hilfsbuch. S. 126.

H. Abraham, Sammlung einfacher physikalischer Demonstrationen. II. S. 127.

La Correspondance de A. Volta et M. van Marum. S. 127.

L. Lorenz, Wissenschaftliche Arbeiten. S. 127.

L. Boltzmann, Vorlesungen über die Prinzipe der Mechanik. II. S. 128.

F. Barth, Die Maschinenelemente. S. 128.

A. Musil, Bau der Dampfturbinen. S. 128.

Personalien. S. 128.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über die Wärmeentwickelung des Radiums in einer Bleihülle.

Von F. Paschen.

In dieser Zeitschrift 5, 563, 1904 habe ich Versuche veröffentlicht, nach denen die von 50 mgr Ra Br_2 entwickelte Wärmemenge von 3,0 auf 5,8 cal/Stunde steigt, wenn dieses Radiumpräparat in Blei von 1,92 cm mittlerer Wandstärke eingehüllt wird. Ich habe diese Versuche jetzt mit etwa 35 mgr Substanz unter bedeutend günstigeren Versuchsbedingungen im Winter wiederholt, ohne ein einwandfreies Resultat erzielen zu können. Vielmehr zeigte sich das benutzte Eiskalorimeter grosser Dimension vielen schwer übersehbaren Störungen ausgesetzt, welche auch durch die früher benutzte Differentialanordnung kaum zu beseitigen sind. Da das grosse Glasgefäss bereits durch die Oberflächenspannung des beim Abheben der Quecksilbernäpfe in der Kapillaren gebildeten Quecksilbermeniskus erweitert wird, zieht der Quecksilberfaden sich von der Mündung zurück. Setzt man dann einen neuen Napf unter, so bleibt eine Luftblase an der Mündung zurück. Diese stört sehr, wenn das Kalorimeter einsaugt, aber weniger, wenn es Quecksilber ausstösst, was bei der „Gang"-Bestimmung der gewöhnliche Fall ist. So kann trotz geringen „Ganges" doch die Messung einer Wärmemenge stark gefälscht werden. Bei den neuen Versuchen wurde daher die Verschiebung des Quecksilberfadens in einer kalibrierten Kapillaren beobachtet.

Wenn ferner das leere Kalorimeter ohne Gang war, so trat doch gewöhnlich ein solcher auf, und zwar je nach der Temperatur der Eis-Umgebung ein positiver oder negativer, sobald das Bleigefäss ohne Radium eingesenkt war. Es muss also noch ein Wärmeaustausch zwischen der Umgebung und dem Innern stattgefunden haben, der oft ebenso gross war, wie die zu messende Grösse.

Eine Reihe von Versuchen ergab eine Vermehrung der Wärme durch die Bleihülle von etwa 17 Proz. Eine andere Reihe ergab wieder keine Vermehrung. Einzelne Messungen ergaben sogar eine Verminderung. Einwandfreie Messungen der geringen Wärmemenge schienen mit dem grossen Eiskalorimeter bei den Störungen unmöglich. Die früheren Versuche müssen grösseren Störungen ausgesetzt gewesen sein, als die jetzigen.

Es bleibt danach nur die Notiz der Frau Curie, nach der die γ-Strahlen eine bedeutende Energie besitzen müssten.

(Eingegangen 30 Januar 1905.)

Die Radioaktivität der Bodenluft.

Von H. M. Dadourian.[1])

Elster und Geitel[2]) und andere haben gezeigt, dass atmosphärische Luft und Bodenluft radioaktiv sind. Untersuchungen mehrerer Forscher über den Verfall und sonstige Eigenschaften der atmosphärischen Radioaktivität haben erwiesen, dass dieselbe auf der Gegenwart eines der Radiumemanation ähnlichen radioaktiven Gases beruht. Die Aktivität dieses radioaktiven Gases fällt ungefähr genau so schnell ab wie die der Radiumemanation; sie sinkt nämlich in etwa 3 $^1/_2$ Tagen auf die Hälfte ihres Wertes. Die Abfallsverhältnisse der erregten Aktivitäten, welche man erhält, wenn man einen negativ geladenen Draht einmal der Luft, andererseits der Radiumemanation aussetzt, stimmen aber untereinander nicht so gut überein. Rutherford und Allen[3]) erhielten für die Halbwertsperiode (die Zeit, während welcher die Radioaktivität bis auf die Hälfte ihres Wertes sinkt. D. Übers.) der durch Luft erregten Aktivität 45 Minuten, während die durch Radium erregte Aktivität — nach Ablauf der ersten zwei Stunden — in 28 Minuten auf die Hälfte ihres Wertes sinkt.

Dies ist zu erwarten, wenn man annimmt, dass in der Luft sowohl Thoriumemanation als auch Radiumemanation vorhanden ist. Thoriumemanation zerfällt sehr schnell; ihre Halbwertsperiode beträgt etwa eine Minute. Die Versuche über die Zerfallsverhältnisse des aus der Luft erhaltenen radioaktiven Gases dienen also nur zur Bestimmung der Abfallszeit der Radiumemanation in der Luft, denn die Thoriumemanation ist bereits während der wenigen Minuten zerfallen, welche man braucht, um die Beobachtungen der Ionisationsströmungen zu beginnen, nachdem die Potentialdifferenz von dem negativ geladenen Drahte entfernt ist. Hierdurch erklärt sich die enge Übereinstimmung zwischen den Abfallsgeschwindigkeiten der Ionisierungen der Radiumemanation und des aus der Luft erhaltenen radioaktiven Gases. Andererseits fällt die erregte Aktivität, welche man erhält, wenn man einen negativ geladenen Draht der Luft aussetzt, sehr viel langsamer ab als die durch Radium erregte Aktivität; es beträgt nämlich die Halbwertsperiode der ersteren ungefähr 11 Stunden, während die der letzteren 28 Minuten ist. Es ergeben sonach die Messungen des Abfalls der in der Luft erregten Aktivität das Abfallsverhältnis einer Kombination aus den von Radium und von Thorium erregten Aktivitäten. Thatsächlich hat kürzlich Bumstead[1]) gezeigt, dass sich die erregte Aktivität, die man erhält, wenn man einen negativ geladenen Draht der freien Luft aussetzt, wohl aus der Annahme erklären lässt, dass Radium- und Thoriumemanation in der Luft vorhanden sind.

Die folgenden Experimente stellte ich in der Absicht an, festzustellen ob dies auch der Fall für die aus der Bodenluft erhaltene erregte Aktivität ist. Die Methode, welche ich anwandte, um die von der Bodenluft erregte Aktivität zu erhalten, wird aus Figur 1 ersichtlich.

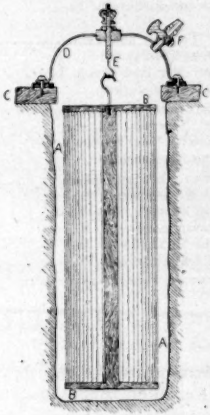


Fig. 1.

Ein kreisrundes Loch *AA* von 50 cm Durchmesser und 200 cm Tiefe wurde in die Erde gegraben. Über das Loch wurde oben ein rechteckiges Brett *CC* mit einer Kreisöffnung von 40 cm Durchmesser gelegt. Ein Deckel *D* aus Metallblech wurde mit einer Gummidichtung auf das Brett aufgeschraubt und diente als Scheidewand zwischen der Aussenluft und der Luft in dem Loche. *BB* ist ein hölzerner Rahmen. Derselbe besteht aus einer 175 cm langen Stange, die an jedem Ende ein kreisrundes Brett von 30 cm Durchmesser trägt. Ein Stück Kupferdraht, $^1/_4$ mm dick, und ungefähr 50 m lang, war auf diesen Rahmen gewickelt und bildet so einen Cylinder. Der Draht erhielt diese Gestalt, um ihn möglichst nah an die Wandung des Loches zu bringen und um ein grösseres Feld zu gewährleisten. Dieser Drahtcylinder wurde dann an einem Haken *E* aufgehängt, welcher von dem Blechdeckel isoliert und mit dem negativen Pole einer Wimshurstschen Maschine verbunden war, deren anderer Pol an Erde lag.

1) Amer. Journ. of Sc., Jan. 1905.
2) Elster und Geitel, diese Zeitschr. **3**, 574. 1902.
3) Rutherford and Allen, Phil. Mag., Dez. 1902.

1) Bumstead, Amer. Journ. of Sc., **18**, 1, 1904.

Der Draht wurde drei Stunden lang geladen unter Parallelschaltung einer Funkenstrecke von ungefähr 2 mm Länge. Inzwischen wurde mittels einer an den Hahn F angeschlossenen Saugpumpe die Luft aus dem Loche ausgepumpt, um frische Bodenluft in das Feld des negativ geladenen Cylinders zu bringen. Nach Verlauf von drei Stunden wurde der Draht von dem Rahmen abgenommen und in ein Untersuchungsgefäss gebracht. Dasselbe bestand aus einem Cylinderkondensator, welcher gebildet wurde von einem Cylinder aus galvanisiertem Eisenblech und einem in dessen Mitte von dem Cylinder isoliert angebrachten Messingstab, der mit dem einen Quadrantenpaar eines Elektrometers verbunden war.[1]) Die Nadel des Elektrometers und der Untersuchungscylinder waren mit dem negativen Pole einer Batterie von Trockenelementen verbunden, welche eine Potentialdifferenz von 105 Volt lieferte. Der andere Pol der Batterie war geerdet. Der Stab in der Mitte des Untersuchungskondensators und das Quadrantenpaar, mit dem er verbunden war, waren für gewöhnlich zur Erde abgeleitet, konnten jedoch auf Wunsch mittels eines Schlüssels isoliert werden. Das Elektrometer stand während der folgenden Versuche sehr ruhig und hatte eine Empfindlichkeit von 250 cm per Volt bei einer Nadelladung von 100 Volt und einem Skalenabstand von 1 m.

Die Beobachtungen wurden in folgender Weise ausgeführt: Ich beobachtete zunächst die Nullstellung der Nadel und isolierte dann den Stab in der Mitte des Untersuchungsgefässes und das mit ihm verbundene Quadrantenpaar. Der Ionisationsstrom wurde beobachtet eine halbe Minute, eine und zwei Minuten nachdem die Quadranten und der Stab isoliert worden waren. Dies geschah 5 Stunden lang in Zwischenräumen von 6 Minuten. Nach Ablauf dieser Zeit fiel die Aktivität des Drahtes sehr langsam ab, und die Beobachtungen brauchten nicht mehr so häufig gemacht zu werden. Der Abfall der Aktivität während der ersten 4 Stunden wird durch die Kurve I in Figur 2 dargestellt, wo die Zeiten als Abszissen und die natürlichen Logarithmen der Ionisationsströme als Ordinaten aufgetragen sind. Der Versuch wurde drei Tage lang fortgesetzt, und in längeren Zwischenräumen wurden Ablesungen gemacht. Ungefähr fünf Stunden nachdem die Potentialdifferenz von dem negativ geladenen Drahte entfernt worden war, war die Ionisierung, welche von der durch Radium induzierten Aktivität herrührte, verschwindend klein geworden, und alle Aktivität, etwa fünf Prozent der gesamten

1) Eine Beschreibung des Elektrometers, des Untersuchungscylinders und der Verbindungen findet sich Amer. Journ. of Sc., Febr. 1904.

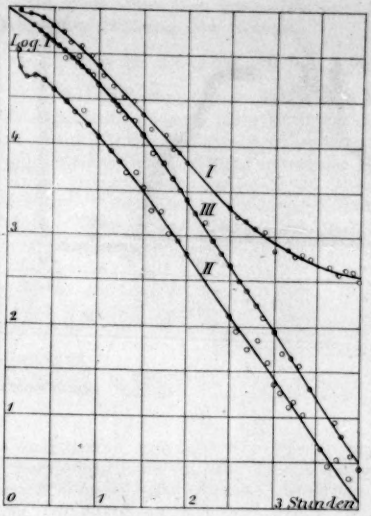


Fig. 2.

anfänglichen Aktivität, war durch einen sehr viel langsameren Abfall charakterisiert. Das Abfallsverhältnis dieser langsam abfallenden Aktivität wurde aus den Daten zweier Versuche berechnet; in einem Falle war die Halbwertsperiode 10 Stunden 12 Minuten, im anderen Falle 10 Stunden 47 Minuten; das ergiebt einen Mittelwert von 10 $^1/_2$ Stunden. Dieser Wert liegt sehr nahe der Halbwertsperiode der von Thorium erregten Aktivität, welche ungefähr 11 Stunden beträgt. Keine andere der erregten Aktivitäten der bekannten radioaktiven Substanzen, noch eine Verbindung derselben kann den langsamen Abfall der induzierten Aktivität der Bodenluft erklären, als die durch Thorium erregte Aktivität. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass es einen unbekannten radioaktiven Stoff geben sollte, dessen erregte Aktivität in ungefähr derselben Zeit auf die Hälfte ihres Wertes abfällt wie die des Thoriums. Es liegt daher kein Grund vor, daran zu zweifeln, dass die langsam abfallende Aktivität, welche man erhält, wenn man einen negativ geladenen Draht der Bodenluft aussetzt, von Thorium erregte Aktivität ist.

Um zu sehen, ob die Anwesenheit von Radium- und Thoriumemanation in der Bodenluft hinreichend sei, um die durch die Bodenluft erregte Aktivität zu erklären, stellte ich die folgenden Versuche an:

Ein Ende Kupferdraht von $^1/_4$ mm Durchmesser und 2 m Länge wurde der Radiumemanation ausgesetzt in einem Apparat, wie ihn

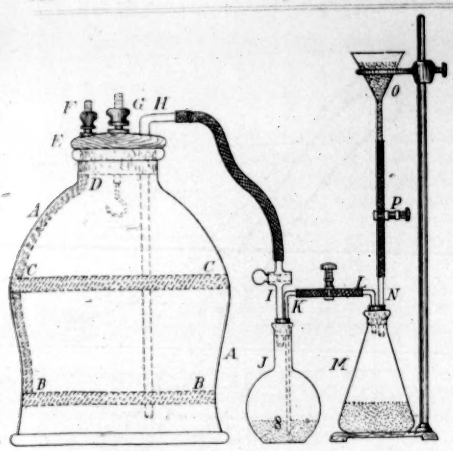


Fig. 3.

Figur 3 zeigt. Der Apparat besteht aus einer Glasglocke *AA* von 22 cm Durchmesser und 30 cm Höhe. Dieselbe trägt einen isolierenden Deckel *E* mit zwei Klemmschrauben *F* und *G*. Die Klemme *F* steht in Verbindung mit einem Stanniolstreifen *DCB* und durch diesen mit zwei weiteren Stanniolstreifen *CC* und *BB*; alle drei Stanniolstreifen sind an die Innenwandung der Glasglocke angeklebt. *J* ist eine Flasche mit einer Radiumbromidlösung von der Aktivität 1000, welche von De Haën hergestellt worden war.

Ein Glasrohr *I* mit einem Glashahn ist durch einen Gummischlauch mit einem anderen Rohr *H* verbunden, welches durch den isolierenden Deckel *E* in die Glasglocke geführt ist und diese so in Verbindung setzt mit der Flasche, welche die Radiumbromidlösung enthält. Eine weitere Flasche *M* ist mit der Flasche *J* durch zwei Glasröhren *K* und *L* verbunden, welche ihrerseits durch ein Stück Kautschukschlauch vereinigt werden, welches mit einem Quetschhahn versehen ist. Ein anderes Ende Kautschukschlauch mit einem Quetschhahn *P* verbindet einen Trichter *O* mit der Flasche *M*.

Der Draht, welcher der Radiumemanation ausgesetzt werden sollte, wurde lose zusammengerollt und an einem Haken aufgehängt, welcher an das untere Ende der Klemme *G* angelötet war. Letztere wurde mit dem negativen Pole einer Akkumulatorenbatterie von 100 Volt verbunden, während die Klemme *F* mit dem positiven Pol der Batterie verbunden wurde. Auf diese Weise wurde in der Glasglocke ein elektrisches Feld erzeugt. Dann wurde etwas Wasser in den Trichter *O* gegossen und der Quetschhahn *P* so eingestellt, dass das Wasser tropfenweise in die Flasche *M* eintrat. Jeder Tropfen verdrängt ein gleiches Volumen Luft, und diese perlt durch die Radiumbromidlösung. Diese Luftblase zwingt nun ihrerseits einen Teil des in der Flasche *J* befindlichen Gemenges von Luft und Radiumemanation, in die Glasglocke einzutreten. So wird der Glasglocke gleichmässig Radiumemanation zugeführt. Diese sehr sorgfältige Methode, den Draht der Radiumemanation auszusetzen, wandte ich an, um mich vor Radiumteilchen zu schützen, die anderweitig mit dem Drahte oder der Glasglocke in Berührung kommen könnten. Nachdem der Draht genau drei Stunden hindurch geladen worden war, nahm ich ihn aus der Glasglocke heraus und führte ihn in den Untersuchungscylinder ein; dann beobachtete ich die Ionisationsströme in der oben beschriebenen Weise. Die Versuchsergebnisse sind durch die Kurve III Figur 2 dargestellt.

Ich nahm auch die Abfallsverhältnisse für die durch Thorium erregte Aktivität auf, indem ich ein Ende Kupferdraht von den gleichen Dimensionen, wie der für die durch Radium erregte Aktivität benutzte, der Thoriumemanation aussetzte. Die Ergebnisse zweier solcher Versuche werden durch die Kurven I und II Figur 4 dargestellt, wo die Ordinaten die Ionisationsstromstärken und die Abszissen die Zeiten angeben. Diese Kurven haben Halbwertsperioden von etwa 11 Stunden und stimmen sehr genau überein mit den von Rutherford angegebenen.

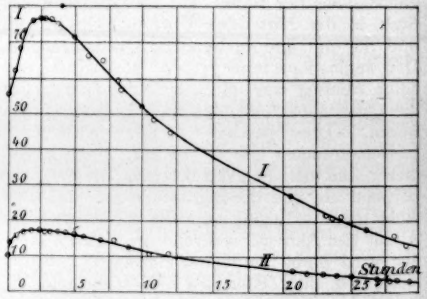


Fig. 4.

Nach einer weiter unten zu erläuternden Methode berechnete ich diejenige Komponente der gesamten von der Bodenluft induzierten Aktivität, welche von Thorium herrührt, und diesen Betrag zog ich vom Gesamtwert ab, um die sich so ergebende Aktivität zu vergleichen mit der durch Radium erregten. Es ist klar, dass die sich ergebende Aktivität nichts mehr und nichts weniger sein wird als die von Radium erregte Aktivität, vorausgesetzt, dass die von der Bodenluft induzierte Aktivität sich

nur zusammensetzt aus von Radium und von Thorium induzierter Aktivität. Ich habe oben gezeigt, dass nach Ablauf von fünf Stunden seit Entfernung der Potentialdifferenz von dem Drahte die Aktivität des der Bodenluft ausgesetzten negativ geladenen Drahtes von vollständig aus Thorium induzierter Aktivität bestand. Man kann hiernach den Thoriumbestandteil der durch Bodenluft erregten Aktivität zu irgendeiner Zeit finden, indem man die Ionisierung der durch Thorium erregten Aktivität für die entsprechende Zeit multipliziert mit dem Verhältnis der Ionisierungen der durch Bodenluft und der durch Thorium erregten Aktivität zu irgendeiner Zeit nach Ablauf von fünf Stunden. Das Verhältnis der Ionisierungen der durch Bodenluft und der durch Thorium induzierten Aktivität nach neun Stunden ergab sich aus den Kurven I in Figur 2 bezw. Figur 4 zu 0,0216. Jeder beobachtete Wert der Ordinaten der Kurve I Figur 2 wurde mit diesem Verhältnis multipliziert und das Produkt subtrahiert. Die Ergebnisse wurden eingetragen und ergaben die Kurve II derselben Figur, welche den Abfall der durch Bodenluft erregten Aktivität, vermindert um den von Thorium herrührenden Betrag zur Anschauung bringt. Ein Blick auf Figur 2 genügt, um den Unterschied in der Natur und dem Abfall der Kurven I und III einerseits und die Übereinstimmung zwischen den Kurven II und III andererseits zu zeigen. Man wird indessen bemerken, dass die beiden letzteren nicht genau parallel verlaufen; Kurve II fällt etwas langsamer ab als Kurve III. Es fällt hiernach anscheinend die durch Bodenluft induzierte Aktivität ein wenig langsamer ab als eine Kombination von durch Radium und durch Thorium erregten Aktivitäten in dem Verhältnis, wie sie in der durch Bodenluft erregten Aktivität auftreten. Bumstead hat eine ähnliche Diskrepanz gefunden zwischen dem Abfall der aus der atmosphärischen Luft erhaltenen induzierten Aktivität und dem Abfall einer Kombination von durch Radium und durch Thorium induzierten Aktivitäten.[1]) Ich will hier keine Erklärung dieser Diskrepanz versuchen, da ich gegenwärtig mit einer Reihe diesbezüglicher Untersuchungen beschäftigt bin, deren Ergebnisse in einer späteren Nummer dieser Zeitschrift mitgeteilt werden sollen.

Zum Schluss möchte ich Herrn Professor H. Bumstead danken für sein lebhaftes Interesse an diesen Versuchen und für seine wertvollen Ratschläge.

1) Bumstead, a. a. O., S. 7.

New Haven, Sheffield Scientific School of Yale University, Nov. 1904.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 20. Dezember 1904.)

Über das Verhalten der Schwefelsäure bei der Bildung von Nebeln.

Von H. Rebenstorff.

Das Mitwirken chemischer Kräfte bei der Nebelkondensation wurde mehrfach mit dem frei in die Luft strömenden Dampfstrahl, sowie mit Flaschen mit feuchter, staubfreier Luft untersucht.[1]) Chemische Agentien mit grosser Affinität zum Wasser zeigen ein gegensätzliches Verhalten. Dies kennzeichnen kurz die Beispiele: Salzsäure bildet nur Nebel in staubiger Luft, Schwefelsäure führt Kondensation in stärkstem Masse auch ohne Staub herbei. Dabei ist erstere flüchtig, während auf dem Mangel dieser Eigenschaft bei der Schwefelsäure deren

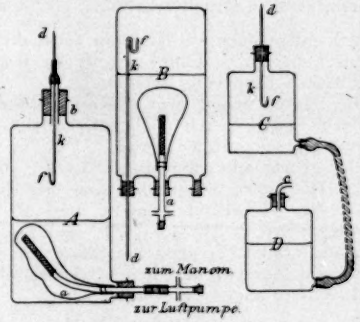


Fig. 1.

häufige Anwendung zum Trocknen reiner Gase mitberuht. Freilich fehlt es hier nicht an Bedenken und Vorsichtsmassregeln. Um die kondensierenden Eigenschaften der Dämpfe der verschiedenen Säuren zu vergleichen, brachte ich in die Luft einer Flasche[2]), die durch wiederholte Entspannungen staubfrei gemacht war, nach dem thermischen Ausgleich, also in gerade mit Wasserdampf gesättigte Luft kleine Mengen dieser Säuren.

Ausser den a. a. O. beschriebenen Flaschen, in denen man die Luft entspannen kann, ohne sie mit Aussenluft zu vermischen, wurden die in Figur 1 dargestellten Anordnungen benutzt. *A* und *B* enthalten am besten nicht zu kleine, dünnwandige Gummiballons, die auf den mit einer cylindrischen Verlängerung aus weitmaschigem Drahtnetz versehenen Röhren *a* festgebunden sind. Man stellt am Manometer die Drucke fest, die zum Aufblähen des Ballons bei offener Flasche zu einer ungefähr gemes-

1) R. von Helmholtz, Wien. Ann. **27**, 508, 1886; Wien. Ann. **32**, 1, 1887; R. von Helmholtz und F. Richarz, Wied. Ann. **40**, 161, 1890.

2) Diese Zeitschr. **5**, 571, 1904.

senen Höhe und Breite nötig sind, und hat hiermit Korrektionsgrössen ($^1/_2$—$2^1/_2$ cm), die man zur Feststellung der Drucke in der Flasche von den vom Manometer angegebenen Drucken im Ballon abzieht. *C* ist eine manchmal brauchbare Flasche ohne Ballon, worin durch Heben der aspiratorartig angeschlossenen Flasche *D* und Einblasen bei *c* verdichtet wird; nach Zudrücken des Schlauches setzt man *D* auf den Fussboden und entspannt nach einigem Warten durch Loslassen des Schlauches. Messungen der Entspannungen haben hier nur für Vergleiche am selben Apparate Zweck. Saugt man bei der Entspannung an der verlängerten Röhre *c*, so kann man ohne Luftpumpe selbst über die kritische Entspannung Wilsons hinauskommen, d. h. grössere Entspannungen vornehmen, als dem Druckverhältnis $\frac{100,5}{75}$ (a. a. O. S. 572) entsprechen, so dass ein recht dichter Regenschauer in staubfreier Luft an Kernen zweifelhaften Ursprungs entsteht.

Die Säuren bringt man in Kapillarröhren *k* ein, deren Spitze *d* nach möglichst vollständigem Füllen zugeschmolzen wurde. Das in die Flasche gelangende umgebogene Ende *f* bleibt offen. Die Säure überdeckt man hier durch eine kurze Wassersäule, indem man die gefüllte Kapillare in Wasser stellt und Ende *d* ein wenig erhitzt, so dass die Säure um etwa 1 cm herabgedrückt und beim Erkalten ebensoviel Wasser angesaugt wird.

Die zuvor gut gereinigten Flaschen werden nach dem Befestigen des Stopfens mit dem Ballon mit etwas abgestandenem Wasser versehen; eine jede, an der Wasseroberfläche platzende Luftblase erzeugt nämlich gegen ein Dutzend Nebelkerne, wovon man sich mittels *C* und *D* leicht überzeugen kann. Das Senken der Nebelkerne beschleunigt man sehr, wenn man durch ein Gummigebläse und Wattefilter staubfreie Luft eine Weile in die noch offene Flasche bläst.

Ist nach dem Abschluss der Rest des Staubes durch Entspannungen niedergeschlagen, so bricht man die Kapillarenspitze *d* ab und lässt etwas Säure austreten, so dass ein Tropfen davon an *k* hängt. Durch geringe Bewegung des Pumpenkolbens hat man das Ausfliessen ganz in der Hand. Alsdann wird die Spitze *d* wieder zugeschmolzen. Aus einem aufgeschobenen Schlauche mit Wasser kann man auch dieses hinter der Säure herfliessen lassen. Ist nämlich eine lange Luftsäule in der Kapillare, so entstehen bei Druckwechsel infolge Entspannens bei *f* Nebelkerne. Mit dem Beobachten darf man jetzt nicht zögern. Hat man einen Tropfen Salzsäure, Salpetersäure oder gewöhnliche Schwefelsäure (ca. 93 prozentige) herausgelassen, so sieht man von weitem auch bei Intensivbeleuchtung durch einen Lichtkegel keinerlei Nebelerscheinungen — ein bekanntes Versuchsergebnis. Dicht vor der Flasche erblickt man indessen, aber nur bei Salzsäure und Salpetersäure, in etwa centimeterweiten Abständen schnell fallende, also verhältnismässig grosse Tröpfchen. Es ist, als ob feine Stäubchen, die mit Entspannungen unterhalb der Wilsonschen Grenzentspannung nicht erfasst und gefällt werden, jetzt durch absorbierte Säuredämpfe stärkeres Kondensationsvermögen erhielten. Hatte man hinter der Säure eine Spur Luft mit in die Flasche treten lassen, so sind die zahlreicheren Tröpfchen im Umkreise der Kapillaren in herabfallender Bewegung; die ihr näheren werden von einem durch die Wärmetönung entstehenden Luftstrom wieder emporgerissen. Man sieht sozusagen den Rauch über einer offenen Säureflasche hier in äusserster Verdünnung vor sich; Tröpfchen und ihre Abstände tausendfach vergrössert. Lässt man nun Entspannungen auf die mit etwas Säuredampf vermischte Flaschenluft wirken, so tritt die spontane Bildung sehr zahlreicher Tröpfchen, solange sich der Säuredampf unabsorbiert erhält, merklich unterhalb der Entspannungsgrenze für reine gesättigte Luft ein. Hierüber wurde nun festgestellt, dass die Erniedrigung mit der Menge des Säuredampfes zunimmt. Eine Säuremolekel wirkt also nicht etwa bei Entspannungen von einer gewissen Grösse ab als Kern; es dürften vielmehr ganz andere Vorstellungen berechtigt sein. Durch die Verdichtungen vor den Entspannungen wurde natürlich die ganze Flaschenluft durcheinander gewirbelt und der Säuredampf kam grösstenteils zur Absorption. In der geschildeten Weise erhielt ich bei Salzsäure vom S. G. 1,174 dichten Tröpfchenschauer nach Aufhebung von 22 cm Druck (gegenüber dem Eintritt des Wilsonschen Schauers in reiner Luft bei 25,5 cm). Bei Salpetersäure von S. G. 1,418 konnte nur eine Erniedrigung der Grenzentspannung um 0,5—1 cm wahrgenommen werden. Wechselnde Einflüsse von Luftdruck und Ballon wurden dadurch einflusslos gemacht, dass stets vor dem Säureeintritt die Wilsonsche Grenze für reine Luft aufgesucht wurde. Unterschiede der Tröpfchenwolke sind erst zweifellos erkennbar, wenn die Entspannungen wenigstens um 3 mm verschieden stark sind.

Durch englische Schwefelsäure erscheinen keine Tröpfchen; oder vielmehr sie sind zu klein, um in konzentriertem Auerlicht gesehen zu werden. Denn lässt man den Druck nur um 10 cm Wassersäule sinken, so kommen sie zum Vorschein. Oft entsteht auch hier nicht der aus äusserst zahlreichen und daher sehr kleinen Tröpfchen bestehende Nebel mit Beugungsfarben, sondern die Zahl der Wasser-

kügelchen ist nur so viel grösser als bei den flüchtigen Säuren, man hat eine sehr dichte Tröpfchenwolke vor sich. Dass auch in filtrierter Luft durch Schwefelsäure und rauchende Salpetersäure Kondensationen im Dampfstrahl auftreten, zeigten R. von Helmholtz und F. Richarz a. a. O. S. 171.

Enthielt die Kapillare rauchende Schwefelsäure, so ist die Flasche nach kurzer Zeit voll dichten Nebels. Die ersten Massen davon sieht man nicht bei den Kapillaren, sondern hier besteht ein kräftiger aufsteigender Luftstrom, den man erkennt, wenn die ringsherum herabfallenden schweren Nebelballen in die Bewegung hineingerissen werden. Zugleich sieht man in Intervallen kleine wirbelnde Nebelballen von dem an der Kapillare hängenden Tropfen wie herabgeschleudert nach unten eilen; diese Massen werden offenbar durch den aufsteigenden Luftstrom eine Weile getragen, bis sie zu schwer geworden sind.

Das Verhalten der Säuren dürfte in folgenden Umständen begründet sein. Alle diese Säuren geben gasförmige Anteile an die Luft ab, die zum Teil Hydrate bilden, deren Dampfdruck kleiner als der des Wassers ist. (Auch die Siedepunkte der Hydrate liegen bekanntlich höher als die von reinem Wasser und Säuren, bez. Anhydrid der Schwefelsäure.) Um die Kapillare und über ihr ist daher die Luft alsbald übersättigt durch Hydratdämpfe und zeigt in gerade mit Wasserdampf gesättigter Luft dasselbe, was letztere bei Übersättigung allein zeigt. Ist die Übersättigung, entsprechend der nicht sehr viel höheren Lage des Siedepunktes der Hydrate bei Salzsäure und Salpetersäure, nicht stark, so entsteht nur Nebel durch Staubkerne und allenfalls ein Beginn der spontanen Tröpfchenbildung, wenn Entspannungen die Übersättigung verstärken.[1]) Die entstandenen Hydrattröpfchen wirken dann als Kerne für das Wasser.

Der Siedepunkt der Schwefelsäure liegt andererseits hoch. Der über etwa 95 prozentiger Säure vorhandene Dampfdruck ist selbst bei 100° unmessbar klein, und die Dampfdruckkurven für verschiedene Temperaturen gehen bei den anderen Konzentrationen weit auseinander; die Drucke wachsen bei Temperatursteigerung um 20° auf mehr als die doppelten Werte.[2]) Es kann also bei Zimmerwärme der Anhydriddämpfen zugeschriebene Dampfdruck nur äusserst gering sein. Noch kleiner ist der Dampfdruck des Säurehydrates, falls man überhaupt einen solchen für bestehend hält. Es muss also auch hier eine Übersättigung mit Säurehydratdämpfen und wegen der weiter unten mitgeteilten eigenartigen Verstärkung des Überganges von Säureteilchen in die Luft durch die Gegenwart von Feuchtigkeit — eine überaus starke Übersättigung eintreten. Infolgedessen kommt es zu sehr reichlicher spontaner Tröpfchenbildung und das Wasser vergrössert nach Entspannungen die Säuretröpfchen. Die noch stärkere Übersättigung durch rauchende Schwefelsäure erzeugt einen spontanen Nebel, wie ihn Wilson durch besonders kräftige Entspannungen auch mit feuchter Luft erhielt.

Zieht man zum Vergleiche noch seiner grossen Affinität zum Wasser wegen das Ammoniak heran, so ergiebt der Versuch des Einbringens in feucht gesättigte Luft, dass keinerlei Kondensation erfolgt und auch eine niedrigere Lage der Entspannungsgrenze für spontane Tröpfchenbildung nicht mit Sicherheit zu konstatieren ist. Während die Säuredämpfe mit Wasserdampf sofort Hydrate bilden, bestehen nachweislich wenigstens bei 100° NH_3 und H_2O in getrennten Molekeln nebeneinander. Playfair und Wanklyn[1]) konnten beim Vermischen keine Kontraktion bemerken. Ich will noch hinzufügen, dass in einer mit sehr starker Ammoniaklösung (S. G. = 0,9176) an Stelle des Wassers beschickten Ballonflasche die spontane Tröpfchenbildung ebenfalls nach Entspannung von 25,5 cm Druck eintrat. Aus dem nach den Angaben von Sims[2]) zu berechnenden Gehalt der Luft über jener Lösung an Ammoniak und den spezifischen Wärmen berechnet sich nach der Formel von R. von Helmholtz[3]) die Grösse $k_{1,2}$, d. h. der Wert von $\frac{c_p - c_v}{c_p}$ für das Gemenge Luft-Ammoniak zu 0,25 und mit diesem Werte findet man nach den Formeln für adiabatische Ausdehnung, dass der Entspannung von 25,5 cm Druck in Luft thermisch gleichwertig ist eine Entspannung von 30,4 cm Druck in jenem Luft-Ammoniakgemisch. Darnach scheint auch Ammoniak die Grenze der Übersättigung der Luft mit Wasserdampf ohne spontane Tröpfchenbildung zu erniedrigen. Eine Lücke ist bisher die meines Wissens nicht vorhandene Kenntnis des Wasserdampfpartialdruckes über Ammoniakflüssigkeit[4]), wenn man an der Gültigkeit des Dalton-Henryschen Gesetzes in diesem Falle zweifelt.

Aus den Versuchen mit eingeführten Säuretropfen kann man z. T. entnehmen, was zu be-

1) Die Übersättigung nach dem Einbringen der Säure macht sich auch, wenn nicht entspannt wird, auffallend bemerkbar durch das plötzliche Beschlagen der Gefässwände.

2) R. Knietsch, Ber. d. chem. Ges. **34**, 4111, 1901.

1) Dammer, Handb. d. anorg. Chem. II, 1, S. 21.

2) ebenda, S. 22.

3) Wied. Ann. **27**, 540.

4) Versuche mit gesättigter Lösung unter reiner Ammoniak-Wasserdampfatmosphäre werden vielleicht weitere Aufklärung geben. Die weissen Nebel, die Cailletet und Bordet durch Entspannen eines komprimierten Luft-Ammoniakgemisches erhielten (Dammer, S. 22), sind wohl nicht NH_4OH, sondern Wilsonsche Nebelbildungen.

obachten ist, wenn durch Filtrieren staubfrei gemachte Luft, nachdem sie flüchtige Säuren überstrich, in die Ballonflasche geleitet wird. Dem, was R. von Helmholtz[1]) über ganz ähnliche Versuche berichtet, vermag ich bezüglich der Salpetersäure und Salzsäure nichts hinzuzufügen.

Schon dieser Autor bemerkte, dass man der Verdampfung der Schwefelsäure, die sehr langsam erfolge, Zeit und Oberfläche genug gewähren müsse.[2]) Nun vergleiche man hiermit die Bildung einer dichten Wolke bei geringer Entspannung nach dem Einbringen eines Säuretropfens in die feuchte Flaschenluft. Um Aufklärung über diesen Gegensatz zu erhalten, leitete ich verschieden feuchte Luft über die Säure und liess sie dann zur Untersuchung in die Ballonflasche strömen. War die Luft nur durch ein Wattefilter gegangen, so nahm sie schnell und verhältnismässig reichlich Anhydriddampf auf, so dass nach der Entspannung die Flasche fast so aussah, wie wenn ein Tropfen Säure direkt eingebracht worden wäre. Als ich aber die filtrierte Luft, bevor sie zur Säure gelangte, durch eine mit Phosphorsäureanhydrid unter Vorschaltung eines Chlorcalciumrohres von Feuchtigkeit befreite, schien jede Verdampfung der Säure zu unterbleiben. Später konnte dieselbe bewerkstelligt werden; die besonderen Umstände dabei wurden festgestellt. Als nunmehr die getrocknete Luft, unter Vermeidung sonstiger Änderungen am Apparate vor dem Gange über die Säure wieder angefeuchtet ward, veranlasste sie die reichste Tröpfchenbildung.

Figur 2 zeigt die benutzten Apparate. Die Bewegung der Luft geschieht durch das Gummigebläse. Hat man Überdruck in den Apparaten, so ist das verderbliche Eindringen von Luftstaub unmöglich. Als Aufnahmegefäss dienten ausser einem Kugelrohr und kleiner Woulfeflasche die Apparate E und F. Auf ein Durchperlen der Säure wurde für endgültige Versuche verzichtet, weil hierbei grössere Tröpfchen entstehen, freilich nicht so zahlreich wie beim Wasser. Bisweilen mussten aber welche in die Röhre an der Ballonflasche geraten sein, denn Nebelkerne bildeten sich nach Entspannungen wieder neu, bis die Röhre durch Umkehren des Apparates mit Wasser ausgespült wurde.

Das senkrechte Rohr an F führt luftdicht

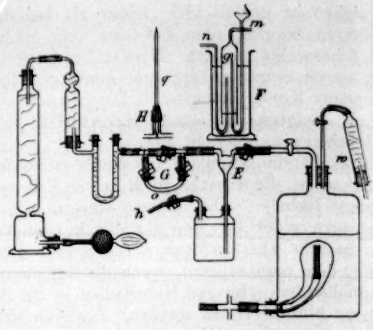


Fig. 2.

in ein Woulfesches Fläschchen mit der Säure. Um E zu füllen oder die Säureoberfläche zu erneuern, wurde bei h Luft eingeblasen, bez. herausgelassen. F besteht aus einer langen Cylinderglocke[1]) g in der im Cylinder enthaltenen Säure. Die Luft wird von links her (man denke sich F und E vertauscht) durch das gebogene Rohr n unter die Glocke geleitet und gelangt aus m in die Ballonflasche. Zugleich mündet unter der Glocke die Spitze des gebogenen Trichterrohres. Fliesst hier Säure aus, so erneuert sich beständig deren Oberfläche. Je nach der Art der Berührung von Luft und Säure gelangt gar kein oder wenigstens etwas Anhydriddampf in die Luft. Der Nachweis durch Tröpfchenbildung beim Entspannen ist ein äusserst empfindlicher, wenn man Drucke von nahezu 25 cm benutzt. Werden die Umstände der Verdampfung in der trockenen Luft günstiger, so entsteht auch durch schwächere Entspannungen eine Tröpfchenwolke. Die Filter- und Trockenröhren lassen nur einen langsamen Luftstrom zu (0,5—1 ccm pro sec.) Um die trockene Luft schneller über die Säure zu treiben, wurde zwischen G und E eine andere, in Säure stehende Cylinderglocke mittels T-Rohres seitlich angeschlossen. War die Verbindung nach der Ballonflasche geschlossen, so speicherte sich die Luft in der Glocke auf und strömte bei schnellem Öffnen ruckweise an der Schwefelsäure vorbei, die stagnierende Luftschicht an der Oberfläche stärker bewegend. Hierdurch wurde, wie auch nach längerem Stehen, mehr Anhydriddampf in die Flasche getrieben. Der Nachweis gelang durch schwächere Entspannungen und es bildeten sich dichtere Tröpfchenwolken.

Ein so häufig beobachtetes Ausbleiben dieser

1) Wied. Ann. 27, 527.

2) Vielleicht hat auch R. von Helmholtz (ebenda, S. 528) mit trockener Luft dies Resultat erhalten. In gewöhnlicher, wasserhaltiger Luft ist die Aufnahme von Säureteilchen in dieselbe beim Überströmen eine reichliche und schnelle. In der zweiten Arbeit, S. 9, ist eine Flasche mit Säure benutzt, die von gewöhnlicher Luft durchströmt wird, womit man dann die Färbung des Dampfstrahls konstant machen kann.

1) Dem unteren Ende der „Taucherglocke" für hydrostatische Versuche in „Eine neue Form des cartesianischen Tauchers", Zeitschrift für d. phys. u. chem. Unt. 13, 249, 1900.

Reaktion, wenn scharf trockne Luft über die Säure hinstrich, beruhte also ausser auf zu schwacher Entspannung auf der überaus geringen Menge verdampften Anhydrids. Dabei mochte auch die Säure an der Oberfläche Wasserspuren, etwa von den Gefässwänden her aufgenommen haben und so hier der Dampfdruck noch weiter sinken.

Wie erwähnt, rief Anfeuchtung der Luft einen viel stärkeren Übergang von Säureteilchen in die Luft hervor. Strömte die Luft langsam und war der Druck vor dem Entspannen nicht nahe der Grenzspannung, so blieb nach Benutzung der trocknen Luft die Kondensation aus; hatte man die Luft wieder befeuchtet, so entstand eine dichte Wolke. In diesem Wechsel von trocken und feucht dienten die Vorrichtungen G und H. Die wohl ohne weiteres verständliche Verbindung G enthält bei o einen nassen Bindfaden. Die Schraubenquetschhähne ermöglichen den Wechsel von trocken und feucht. H enthält ein durch ein Schlauchstück eingesetztes, zugeschmolzenes Kapillarrohr voll Wasser, dessen Spitze in dem trocknen Luftstrome abgebrochen wird.

Die Verstärkung des Säureübertrittes in die Luft durch deren Anfeuchtung erklärt sich als Folge der Bindung verdampften Anhydrids durch den Wasserdampf und die Neubildung von Anhydrid durch Dissoziation der Säure. Indem durch letzteren Vorgang der kleine Dampfdruck des Anhydrids trotz seines Sinkens durch die Verbindung mit Wasserdampf immer wieder hergestellt wird, gelangen verhältnismässig grosse Mengen Säure in die Luft, wo sie Tröpfchen von äusserster Kleinheit bilden. Ich glaube, dass man diese Wirkung feuchter Luft auf Schwefelsäure als eine „Zerstäubung" bezeichnen kann, wenn sie auch nicht durch grob mechanische Kräfte erfolgt, sondern eine Dissoziationserscheinung ist.

Dass es wirklich flüssiger Staub ist, der in feuchter Luft über Schwefelsäure entsteht, bewies die Einschaltung eines etwa 10 cm langen dichten Wattefilters zwischen Säuregefäss (E, F) und Ballonflasche. Dasselbe wurde unter Erwärmen mit scharf getrockneter Watte gefüllt und hierbei von trockner Luft durchströmt. Wurde dann 100prozentige Säure oder Vitriolöl in das Säuregefäss gebracht, so gingen von der Luft aufgenommene Anhydriddämpfe reichlich durch das Filter. Das Wattefilter hielt dagegen alle kondensierenden Teilchen zurück, nachdem aus trocken in feucht umgestellt war. Für die Beurteilung des Reinbleibens der Gase beim Trocknen mit Schwefelsäure sei noch hinzugefügt, dass nach dem Aufhören des Anfeuchtens der Luft das Filter nunmehr, solange der Versuch dauerte, auch Anhydriddämpfe absorbierte. Die zur Aufnahme fortgerissener Säuretröpfchen üblichen Wattepfropfen haben also ihre vermehrte Bedeutung. Die notwendige Grösse derselben wäre mit dem Ballonapparat näher zu beurteilen.

Mit der Konzentration der Säure nimmt ihr Übergang in strömende Luft schnell ab; die Hygroskopizität hat anscheinend dieselbe Grenze.[1]) Nach R. von Helmholtz ist 86prozentige Säure fast unwirksam auf den Dampfstrahl.[2]) Die Möglichkeit, mit der Ballonflasche die feinen Tröpfchen nachzuweisen, die in feuchter Luft über Schwefelsäure entstehen, erniedrigt diese Grenze der Verdünnung nur wenig, wenn die Säure Zimmerwärme hat. Ist die Säure aber etwa vom Verdünnen her noch lauwarm, so giebt z. B. 79 prozentige Säure reichliche Tröpfchenbildung. Beim Siedepunkte ist bekanntlich der Gehalt von 70 Prozent die Grenze zwischen den Säuren, die (praktisch) nur Wasser, bez. verdünnte Säure überdestillieren lassen.

Beimengungen könnten bei Benutzung der Reaktion in der Ballonflasche leicht irreführen. Da diese nach dem häufigen Ausbleiben der Wirkung bei Benutzung konzentrierter gewöhnlicher Säure und trockner Luft nicht störten, so konnten sie auch in der verdünnten Säure nicht angenommen werden. Besondere Versuche ergaben, dass schweflige Säure in der Flaschenluft immer wieder Nebelkerne entstehen lässt, die schon nach 2 cm Entspannung Tröpfchen bildeten. Sie entstehen wohl durch Oxydation der SO_2. Schwefelwasserstoff scheint hingegen sich nicht im Luftraum, sondern nur an der Flüssigkeitsoberfläche zu oxydieren, denn sein Verweilen in der Luft der Ballonflasche bildete keine Nebelkerne.

Da die Ballonflasche wohl noch weitere Benutzung finden könnte, so füge ich hier einige experimentelle Einzelheiten bei. Natürlich ist vor den Versuchen der Luftstaub aus den vor dem Zusammensetzen ausgespülten und getrockneten Röhren durch Fortspülen mit der filtrierten Gebläseluft zu entfernen. Langwierig ist das Senken von Nebelkernen, wenn diese sehr zahlreich sind. Man treibt dann durch Aufblähen des Ballons, bis er die ganze Flasche füllt, die Luft durch das Watterohr w hinaus und saugt nicht zu schnell filtrierte Luft zurück.[3]) So kann man eine fast völlige Beseitigung des Nebels oft schon das erste Mal erreichen, da bei der Luftverdünnung manchmal die letzten Kerne sinken. Bei Versuchen wie mit Schwefelsäure ist besonders das Zurücktreten von etwas

1) Dammer, I. S. 639.
2) Wied. Ann. **32**, 9.
3) Die Watte des Rohres ist zu erneuern, wenn grössere Mengen säurehaltiger Nebel nach aussen hindurchströmten. Man nimmt am bequemsten das Rohr in solchen Fällen des Ausströmens ab.

Feuchtigkeit in das Säuregefäss störend. Zwei sehr fest zuzuschraubende Quetschhähne hintereinander genügen vor der Ballonflasche. Da bisweilen von der Kompression her etwas verdichtete Luft zwischen den Hähnen bleibt, so öffne man stets den an der Ballonflasche gelegenen Hahn (in Figur 2 den Glashahn) zuerst. Die Röhre im Stopfen der Ballonflasche muss innen feucht sein bis an den ersten Hahn, damit auch hier die Nebelkerne beim Entspannen fallen. Als bequeme Lichtquelle kann man hinter dem Beobachter ein Auerlicht in Kopfhöhe etwas seitlich aufstellen und das Licht von einem vorn in Tischhöhe stehenden Hohlspiegel durch die Flasche fast gerade auf den Beobachter zu fallen lassen.

Schliesslich sei noch ein Demonstrationsverfahren der „Zerstäubung" der Schwefelsäure durch ungetrocknete Luft beschrieben. An Stativen sind die Trockenröhren der Figur 3

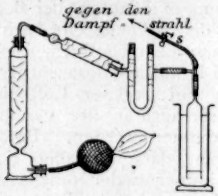


Fig. 3.

befestigt. Man treibt einige Zeit trockne Luft durch Röhren und Glocke, wobei der Schlauch s geschlossen ist. Dann lässt man durch Öffnen von s die in der Glocke gesammelte Luft wiederholt gegen einen Dampfstrahl strömen, der wenig oder gar nicht weiss wird. Um nun Zimmerluft an die Säure zu bringen, senkt man den Standcylinder unter der Glocke. Lässt man dann nach Wiederaufstellen die Luft auf den Dampfstrahl wirken, so zeigt dieser starke Kondensationen. Mit grösserem Glockengefäss ist die Wirkung natürlich andauernder.

Dresden, im Dezember 1904.

(Eingegangen 22. Dezember 1904.)

Eine Bemerkung über Gravitations- und elektrische Masse.

Von Victor Fischer.

Schreiben wir das Newtonsche Gesetz in der Form

$$P = \frac{1}{\varepsilon}\,\frac{m_1\, m_2}{r^2}, \qquad (1)$$

dann ist, wenn für die Gravitationskonstante gesetzt wird:

$$\gamma = \frac{1}{\varepsilon} = 66{,}8 \cdot 10^{-9}$$

$$\varepsilon = \frac{1}{0{,}668}\, 10^7 = 1{,}5 \cdot 10^7.$$

Soll die Masse m in der Entfernung 1 cm auf 1 g eine Kraft von 1 dyn ausüben, dann wird

$$1 = \frac{1}{\varepsilon}\, m$$

$$m = \varepsilon = 1{,}5 \cdot 10^7 \text{ g}.$$

Das Coulombsche Gesetz ist:

$$P = \frac{1}{\varepsilon}\,\frac{e_1\, e_2}{r^2}, \qquad (2)$$

wobei im elektrostatischen Masssystem gesetzt wird

$$\frac{1}{\varepsilon} = 1.$$

Die gegenwärtige Entwicklung der Elektrizitätslehre führt immer mehr dazu Gravitation und Elektrizität auf eine gemeinsame Grundlage zu stellen. Wenn wir nun, von dieser Anschauung geleitet, elektrische Ladung und gewöhnliche Masse als gleichwertige Koeffizienten der Materie ansehen, so finden wir, dass die Einheit der ersteren $1{,}5 \cdot 10^7$ mal grösser ist als diejenige der letzteren; oder dass

$$\frac{e}{m} = 1{,}5 \cdot 10^7 \qquad (3)$$

Dieses Verhältnis zwischen elektrostatisch gemessener Ladung zur Masse der Gravitation ist nun in merkwürdiger Übereinstimmung mit dem Verhältnis der elektromagnetisch gemessenen Ladung zur elektromagnetischen Masse, wie dasselbe für verschiedene Strahlungen gefunden wurde. U. a. fand

J. J. Thomson	$\frac{e}{m} = 1{,}17 \cdot 10^7$
Runge und Paschen . .	$\frac{e}{m} = 1{,}6 \cdot 10^7$
W. Kaufmann	$\frac{e}{m} = 1{,}875 \cdot 10^7$ und $1{,}86 \cdot 10^7$
S. Simon	$\frac{e}{m} = 1{,}865 \cdot 10^7$

Ich unterlasse es vorläufig, weitere Schlüsse aus dieser Übereinstimmung zu ziehen, da ich im Zusammenhang einer grösseren Arbeit, mit der ich gegenwärtig beschäftigt bin, darauf zurückkommen will.

Ich möchte hier nur noch an den Vorschlag erinnern, der elektrischen und gewöhnlichen Masse dieselbe Dimension zu geben.[1]) Derselbe

1) Siehe Auerbach, Kanon der Physik. Leipzig 1899. Seite 53 und 273; Was dort über magnetische Massen gesagt wird, gilt hier nicht, sondern es sind die magnetischen Grössen dem einheitlichen System entsprechend einzuordnen. Auch darauf hoffe ich noch zurückzukommen.

gewinnt immer mehr an Berechtigung, und es würde dann an Stelle der weitschweifigen elektrischen Dimensionen ein einheitliches Dimensionsformelsystem treten. Die Umrechnung wäre so, dass 1 elektrisches Gramm gleich $1{,}5 \cdot 10^7$ gewöhnlichen Gramm wird.

Stuttgart, am 24. Dezember 1904.

(Eingegangen 25. Dezember 1904.)

Theorie und Praxis in der drahtlosen Telegraphie.

(Erwiderung auf die Bemerkung von Herrn E. F. Huth.[1])

Von J. Zenneck.

Herr Huth wünscht, dass ich meine Ausstellungen[2]) an seiner Arbeit[3]) etwas exakter motiviere. Ich komme seinem Wunsche nach.

1. Herr Huth hat vor allem klar zu stellen, was er mit seinem Instrument, bei dem Rutherfordsche Nadeln zur Verwendung kommen, misst. Er thut das mit folgenden Worten (Diss. S. 15): „Dieser Ausschlag" — d. h. derjenige des Instruments — „wird in üblicher Weise durch Spiegel und Skala abgelesen. Er ist ein Mass für die Grösse der Entmagnetisierung und hierdurch für die Grösse der durch die auffallende Welle erzeugten Stromamplitude. Befindet sich das Instrument in einem Felde elektromagnetischer Strahlung, dann ist die Stromamplitude unter diesen Umständen abhängig von der durch die Flächeneinheit des Dielektrikums wandernden Energieströmung". Welcher Art diese Abhängigkeit ist, untersucht Herr Huth nicht. Trotzdem fährt er fort: „Infolgedessen ist der durch die Entmagnetisierung resultierende Ausschlag proportional der elektromagnetischen Strahlung.

2. Die „Abhängigkeit der Strahlung von der Entfernung" studiert Herr Huth in folgender Weise. (Diss. S. 30ff.). Es hängen von der Decke des Zimmers zwei gleich lange Sende- und Empfangsdrähte herab. Die Länge derselben wird nicht angegeben. Nach Diss. S. 33 scheint sie 287 cm betragen zu haben, jedenfalls zwischen 50 bis 287 cm gelegen zu sein. Die Entfernung zwischen Sende- und Empfangsdraht wird zwischen 30 und 220 cm variiert. Diese Entfernungen werden als Abszissen, die Ausschläge, welche das in den Empfänger eingeschaltete Instrument [1] giebt, als Ordinaten aufgetragen. Über die Kurve, welche sich ergiebt, heisst es (Diss. S. 33): „Die Kurve zeigt, dass die Strahlung, übereinstimmend mit der Theorie, zunächst sehr rasch, dann aber bedeutend langsamer abnimmt. Zur Entscheidung der Frage, ob die Strahlung, wie es die Theorie [Fussnote: H. Hertz, Ausbreitung der elektrischen Kraft, Leipzig 1894, S. 153] verlangt, proportional $1/r^2$, wo r die Entfernung bedeutet, oder wie mehrere Beobachter [Fussnote: A. Slaby, die Funkentelegraphie, Berlin 1901, S. 56] angeben, proportional $1/r$ ist, reicht die Ausdehnung der Kurve nicht aus, doch spricht ihr Verlauf für eine Abnahme proportional $1/r^2$. Dazu bemerke ich:

a) Schon bei einem linearen Oszillator, der sich frei im Raume befindet, ist das elektromagnetische Feld an denjenigen Stellen, an denen sich bei den Versuchen der Empfangsdraht befand, ein äusserst kompliziertes.[1]) Die Richtung der Strahlung ist in den verschiedenen Phasen der Schwingung verschieden; sowohl Richtung als Amplitude der Strahlung variiert von Punkt zu Punkt. Noch weit verwickelter werden die Verhältnisse in einem Zimmer mit seinen Wänden und metallischen Leitungen. Was Herr Huth in diesem Falle unter der „Strahlung" versteht und inwiefern der Ausschlag seines Instruments unter diesen Umständen ein Mass für die „Strahlung" geben soll, hätte er erst anzugeben.

b) Die Theorie von Hertz ergiebt bekanntlich eine Abnahme der Strahlung $\backsim 1/r^2$ nur für Entfernungen, welche sehr gross sind gegen die Wellenlänge der Schwingung. Das Resultat von Hertz hat also mit den vorliegenden Versuchen nichts zu thun.

c) Dass Slaby, wie Herr Huth meint, behauptet, die Strahlung nehme ab wie $1/r$, ist unrichtig. Er sagt das von der „Wirkung" des Senders auf den Empfänger. Diese nimmt in sehr grossen Entfernungen vom Sender wie die Amplitude der elektrischen Feldintensität und damit thatsächlich wie $1/r$ ab.

3.[2]) Über die Anordnung, welche die „Abhängigkeit der Strahlung von der Länge des Sende- und Empfangsdrahtes" untersuchen soll, sagt Herr Huth (Diss. S. 33): „Die Entfernung zwischen Sende- und Empfangsdraht betrug 220 cm. Die Länge der Antennen wurde von 50 cm bis auf 267 cm vergrössert." Der Empfänger befand sich also im günstigsten Fall in einer Entfernung von wenig mehr als einer ganzen Wellenlänge, im ungünstigsten Fall in einer Entfernung von weniger als einer $^1/_4$ Wellenlänge. Das Resultat der Messungen ist, dass die Ausschläge des Instruments etwa proportional der Antennenlänge wachsen. Herr Huth schliesst daraus wieder, dass „die Strahlung proportional der Antennenlänge ist".

1) Diese Zeitschr. **5**, 748, 1904.
2) Diese Zeitschr. **5**, 586, 1904.
3) Dissertation, Rostock 1904.

1) Vgl. F. Hack, Ann. d. Phys. **14**, 539, 1904.
2) Diesen und den unter 5. besprochenen Punkt habe ich schon früher (diese Zeitschr. **5**, 586, 1904) angegeben.

Diese Versuche haben mit den Verhältnissen der drahtlosen Telegraphie nichts gemein, da dort die Entfernung zwischen Sender und Empfänger sehr viel grösser als die Wellenlänge der Schwingung ist und das elektromagnetische Feld, in welchem sich der Empfänger befindet, ganz andere Gestalt hat. Trotzdem zieht Herr Huth Schlüsse auf die Verhältnisse der drahtlosen Telegraphie.

4. Bei dieser Gelegenheit behauptet Herr Huth (Diss. S. 34), Marconi, Braun, Slaby haben „eine Proportionalität der Strahlung mit dem Quadrat der Antennenlänge" angenommen und er sucht diese Annahme auf Grund seiner Versuche zu widerlegen. Thatsächlich haben weder Marconi noch Braun noch Slaby jemals diese Ansicht ausgesprochen, sondern die betreffenden Stellen beziehen sich wieder auf die Wirkung des Senders auf den Empfänger. Bei einer der Stellen, die Herr Huth von Slaby citiert[1]), handelt es sich sogar überhaupt nicht um fortschreitende Wellen, sondern um die Induktionswirkung geschlossener Ströme auf einander (Versuche von Preece).

5. Um den „Einfluss der Erdung auf die Frequenz" zu studieren, wendet Herr Huth eine Anordnung an, von der das Wesentlichste in der Fussnote 3, S. 586 meiner ersten Mitteilung enthalten ist.[2]) Wenn er einen Sender von 2 m Länge an einen 6 m langen Draht anschliesst, der zur Erde führt, so heisst Herr Huth das, den 2 m langen Sender „erden". Mit derselben Anordnung untersucht er, wie es scheint, auch den „Einfluss der Erdung auf die Strahlung" und zieht aus seinen Resultaten Schlüsse auf Fragen der drahtlosen Telegraphie. In der drahtlosen Telegraphie versteht man aber bekanntlich unter einem geerdeten Sender einen solchen, dessen unteres Ende mit einer gegen die Senderlänge sehr kurzen Leitung mit der Erde verbunden ist. Die Anordnung des Herrn Huth repräsentiert also nicht annähernd die Verhältnisse der drahtlosen Telegraphie; er ist nicht berechtigt, aus diesen Versuchen irgend eine Folgerung für die drahtlose Telegraphie zu ziehen.

6. Unter diesen Folgerungen ist die, dass „die Frequenz" eines Senders „durch die Erdung nicht geändert wird" (Diss. S. 39). In der Einleitung zu dem betreffenden Abschnitt bemerkt Herr Huth (Diss. S. 37), „dass die Frage, ob die Erdung des Oszillators einen Einfluss auf seine Schwingungsdauer habe . . ., noch von vielen als einer exakten Lösung bedürftig angesehen wird." Abraham habe angegeben, die Wellenlänge werde dadurch verdoppelt. Diese Ansicht stehe aber „im Gegensatze zu den Untersuchungen von Slaby, der fand, dass sich die Verteilung der elektrischen Spannung am Senderdrahte ebensowenig wie die Ströme bei Erdung eines einfachen Marconisenders ändere". Thatsächlich geht aus der betreffenden Stelle bei Slaby[1]) klar hervor, dass die Spannungs- und Stromverhältnisse auf der einen Senderhälfte sich nicht ändern soll, wenn man die andere Senderhälfte durch eine Erdverbindung ersetzt. Ein Gegensatz besteht also nur zwischen den Versuchen von Herrn Huth einerseits, den Angaben von Abraham und Slaby andererseits, nicht aber zwischen den Angaben von Abraham und Slaby.

7. Auf S. 41 heisst es: „die Hauptschwierigkeit bei Untersuchungen über den Einfluss der Erdung liegt darin, dass in einem Laboratorium die bei der praktischen Ausführung der Funkentelegraphie vorhandenen Bedingungen durch äquivalente Anordnungen nicht erfüllt werden können. An dieser Unvollkommenheit leiden auch die Versuche von Herrn Voller, aus welchen sich daher irgendwelche Folgerungen für die Praxis der Funkentelegraphie nicht ziehen lassen." Am Schluss seiner Arbeit sagt Herr Huth von seinen eigenen Versuchen (Diss. S. 50): „Durch die hier beschriebene Methode ist man imstande, die Wirksamkeit verschiedener Sender- und Empfängerkombinationen, wie sie in der drahtlosen Telegraphie benutzt werden, im Laboratorium zu untersuchen und miteinander zu vergleichen. Infolge des Mangels eines geeigneten Messinstruments musste man sich bisher immer auf nicht exakte Angaben beschränken."

In seinen „Bemerkungen"[2]) sagt Herr Huth, er habe „auf die einschränkenden Bedingungen hingewiesen, unter denen man in kleinen Räumen zu arbeiten gezwungen ist". Aus dem Gesagten geht hervor, dass das nur sehr bedingt richtig ist. Und wenn Herr Huth fortfährt: „Der Vorwurf, dass die Versuchsanordnungen den Verhältnissen in der Praxis nicht entsprechen, wird unter diesen Umständen wohlfeil zu erheben sein," so liegt die Sache doch so: wenn Herr Huth selbst einsieht, „dass in einem Laboratorium die bei der praktischen Ausführung der Funkentelegraphie vorhandenen Bedingungen durch äquivalente Anordnungen nicht erfüllt werden können", so muss er eben auch nicht aus Laboratoriumsversuchen Schlüsse auf die drahtlose Telegraphie ziehen.

Das Angegebene sind die hauptsächlichsten Gründe, welche mich zu meinem Urteil[3]) über

1) Funkentelegraphie, Berlin 1901, S. 91.
2) Ich bin gezwungen, diesen Punkt noch einmal beizuziehen, da Herr Huth sich bis jetzt nicht dazu geäussert hat.

1) Neueste Fortschritte auf dem Gebiete der Funkentelegraphie, Berlin 1901, S. 15.
2) Diese Zeitschr. **5**, 748, 1904.
3) Diese Zeitschr. **5**, 586, 1904.

die Arbeit des Herrn Huth veranlasst haben. Ich muss mein Urteil auch jetzt noch in vollem Umfang aufrecht erhalten.

Strassburg (Els.), physik. Inst.

(Eingegangen 17. Dezember 1904.)

Mitteilungen aus dem physikalischen Institute der Universität Bologna. (Direktor A. Righi.)

No. 10[1]: Arciero Bernini, Über die Magnetisierung einiger Alkalimetalle.[2]

1. Faraday rechnete das Natrium zu den diamagnetischen Metallen. Er führt nämlich an, dass ein kleiner Klotz aus diesem Metall von einem Magneten stark abgestossen wurde. Er rechnete auch das Kalium zu den diamagnetischen Metallen auf Grund der diamagnetischen Natur einiger seiner Verbindungen.

Lamy[3]) wollte dann eine Beziehung bestätigen, welche man damals als zwischen der Magnetisierung der Körper und ihrem Atomvolumen bestehend annahm. Nach dieser Annahme sollten die Körper mit dem kleinsten Atomvolumen am stärksten magnetisch sein, und danach hätten also Natrium und Kalium diamagnetischer sein müssen als Wismut. Dabei fand Lamy aber, dass diese Metalle eine starke Abstossung erlitten, wenn er den Strom durch einen Elektromagneten schickte, während die Metalle in der Nähe seiner Pole aufgehängt waren, danach aber wieder angezogen wurden. Wenn er dagegen den Strom öffnete, so erlitten die Metalle, bevor sie in die Anfangslage zurückkehrten, eine neue Anziehung, welche sie für einen Moment dem Magneten noch näher brachte.

Was Faraday getäuscht hatte, war sicherlich die erste Abstossung, die indessen schon Lamy als die Wirkung der induzierten Ströme erklärte.

Lamy beschränkte sich jedoch darauf, nur festzustellen, dass die früher vorausgesetzte Beziehung nicht bestehe, und zwar auf Grund der magnetischen Eigenschaften dieser beiden Körper. Er untersuchte aber nicht, welcher von beiden der magnetischere wäre.

Der Zweck meiner Arbeit ist nun, die Werte der Magnetisierungskoeffizienten für diese beiden Metalle zu bestimmen und diese Untersuchungen auch auf das Lithium auszudehnen, dessen Eigenschaften in dieser Beziehung noch nicht bekannt sind.

2. Der Apparat, dessen ich mich bediente, ist demjenigen ähnlich, den die Herren P. Curie und C. Chénevau für die Bestimmung der magnetischen Konstanten der Radiumsalze[1]) konstruiert haben, und der zur Bestimmung der magnetischen Konstanten der schwachmagnetischen und diamagnetischen Körper dienen kann.

Das Prinzip, auf welchem derselbe beruht, ist folgendes: Man misst mittels einer Torsionswage die Kraft, welche auf einen Körper ausgeübt wird, wenn derselbe in ein nicht gleichförmiges Magnetfeld gebracht wird, das von einem permanenten Magneten erzeugt wird. Diese Kraft erreicht ein Maximum für zwei bestimmte einander entgegengesetzte Lagen des Magneten dem Körper gegenüber, welche man durch Verschieben des Magneten findet. Die Summe der diesen beiden Lagen entsprechenden Ablenkungen der Wage ist proportional der Summe der beiden Kraftmaxima, und diese werden ihrerseits dann untereinander gleich sein, wenn der Apparat symmetrisch ist.

Der Wagebalken besteht aus Aluminium und hängt an einem Platindraht. Er trägt an seinem einen Ende ein Glasrohr, in welches die zu untersuchende Substanz gebracht wird. Dieses Rohr ist in der Symmetrieebene normal zu der Achse angeordnet, welche die Pole verbindet.

Das andere Ende des Balkens trägt ein Gegengewicht und ist bis über eine Mikrometerteilung verlängert, auf welcher man die Ablenkungen der Wage mit Hilfe eines Mikroskops abliest.

Es bezeichne D die maximale Ablenkung, welche man erhält mit dem Rohr und einer Masse m des zu untersuchenden Körpers, D' diejenige, welche man mit dem Rohr und einer Masse m' eines Vergleichskörpers erhält, und endlich D'' diejenige, welche man mit dem leeren Rohr erhält. Wir bezeichnen ferner mit K und K' die spezifischen Magnetisierungskoeffizienten des zu untersuchenden und des Vergleichskörpers. Dabei mögen die Werte für die Ablenkung als positiv angesehen werden, wenn Anziehung stattfindet, als negativ im Falle der Abstossung. Dann erhält man K aus der folgenden Formel:

$$\frac{D - D''}{D' - D''} = \frac{K m}{K' m'}.$$

Wählt man für den zu untersuchenden Körper und den Vergleichskörper gleiche Volumina, so wird die Formel einfacher. Sie gilt indessen nur näherungsweise, denn man muss den Magnetismus der Luft in Betracht ziehen, und die Verfasser geben folgende genaue Formel an:

$$\frac{K}{K'} = r\left[1 + \frac{x''}{K' - x''}\left(\frac{1}{dr} - \frac{1}{d'}\right)\right],$$

1) No. 9: diese Zeitschr. **6**, 74, 1905.
2) Nuovo Cim. (5) **7**, 1904. Juniheft.
3) Ann. de Chim. et Phys. **51**, 305.

1) Journ. de Phys. 11, 1903.

wo

$$r = \frac{D - D''}{D' - D''} \cdot \frac{m'}{m}$$

ist. Hier bezeichnen x' und x'' die Suszeptibilitäten im Volumen des Vergleichskörpers und der Luft, d' und d die Dichten des Vergleichskörpers und des zu untersuchenden Körpers.

Nimmt man für x'' den von Curie[1]) gefundenen Wert an, nämlich $0{,}0322 \cdot 10^{-6}$ bei 20^0 C, und nimmt man als Vergleichskörper Wasser, für welches man K' gleich $-0{,}79 \cdot 10^{-6}$ setzen kann, so wird, für einen schwach magnetischen Körper die Formel:

$$\frac{K}{K'} = -r\left[1 + 0{,}039\left(\frac{1}{rd} + 1\right)\right]$$

und für einen diamagnetischen Körper:

$$\frac{K}{K'} = r\left[1 - 0{,}039\left(\frac{1}{rd} - 1\right)\right].$$

3. Ich erachtete es jedoch für zweckmässig, an dem Apparate der Herren Curie und Chénevau einige leichte Abänderungen anzubringen.

Aus der Beschreibung, welche ich von dem Apparate gegeben habe, ersieht man, dass man genaue Resultate nur für solche Ablenkungen erhält, welche eine bestimmte Amplitude nicht überschreiten. Da ich nun nicht a priori feststellen konnte, welche Feldintensität für die Untersuchung meiner Metalle die geeignetste sein würde, so benutzte ich an Stelle eines permanenten Magneten einen Elektromagneten. Aus den ersten Versuchen schloss ich dann, dass die geeignetste Feldintensität diejenige war, bei welcher die Windungen des Elektromagneten von einem Strom von vier Ampère durchflossen wurden. Ich benutzte daher in der Folge stets einen Strom von solcher Intensität.

Ferner ersetzte ich die Aufhängung mittels eines Platindrahtes dureh eine Bifilaraufhängung an Seidenfäden. Bei der Leichtigkeit des Systems reichte diese hin, und sie ermöglichte eine leichtere Rückkehr in die Nulllage.

Endlich wandte ich, um auch die kleinsten Ablenkungen besser auswerten zu können, statt des Mikrometers und des Mikroskops ein Fernrohr an; in diesem beobachtete ich die Verschiebung einer Skala, welche in einem am Wagebalken angebrachten kleinen Spiegel reflektiert wurde. Mit Hilfe einer Übertragung konnte ich von meinem Beobachtungsplatz am Fernrohr aus den Elektromagneten vorwärts oder rückwärts verschieben, um so die Lage für das Maximum der Wirkung zu finden.

Die Korrektion für die Ablenkung des leeren Rohres suchte ich nach Möglichkeit dadurch zu verringern, dass ich eine Glassorte mit kleinem Magnetisierungskoeffizienten anwandte und die Röhren mit sehr dünner Wandung herstellte. Ich gab ihnen die Form, welche aus der Figur erhellt, da ich dieselbe am geeignetsten fand, um gewisse Schwierigkeiten zu vermeiden, die sich sonst bei meinen Metallen gezeigt hätten. M stellt eine kleine Aluminiumfeder dar, mittels welcher das Rohr fest an dem Wagebalken befestigt wurde.

Zur Einbringung des Metalls in die Röhren verfuhr ich folgendermassen: Ich schmolz das Metall unter Vaselinöl und tauchte dann die Spitze A in die Metallmasse ein, während aus ihr ein Wasserstoffstrom austrat. Dann saugte ich durch B, und das Metall stieg in glänzender Masse bis zu einer bestimmten Höhe oberhalb des erweiterten Teiles. Zog ich dann das Rohr aus dem Bade hervor, so wurde das Metall sogleich am Austritt verhindert, teils infolge der Kapillaritätsspannung an der Spitze und teils infolge der Oxydation und der Erstarrung, die dort sofort eintraten. Es gelang dann durch kleine Stösse, die Bildung von Hohlräumen, die sonst bei der Erstarrung aufgetreten wären, hinreichend zu vermeiden.

Für Lithium war es indessen notwendig, die innere Röhrenwandung mit einer Ölschicht zu überziehen. War dieselbe auch noch so fein, so reichte sie doch hin, um die Wirkung zu verhindern, die dieses Metall im geschmolzenen Zustande auf das Glas ausübt, eine Wirkung, die ich auch bei anderer Gelegenheit feststellen konnte, und welche so energisch vor sich geht, dass sie den Bruch des Glases herbeiführt. Unter identischen Bedingungen stellte ich auch die Versuche mit dem Wasser und mit dem leeren Rohre an, so dass der Fehler, welcher von der Differenz in der Menge des Öles in der am Glase haftenden Schicht in den verschiedenen Fällen herrühren würde, nicht gross genug sein kann, um die Resultate im geringsten zu fälschen.

4. In den folgenden Tabellen stelle ich die Werte für K zusammen, welche ich mit meinen Metallen erhalten habe. Letztere sind rein von der Firma E. Merck in Darmstadt bezogen.

1) Ann. de Chim. et de Phys. 1895.

Tabelle I. Natrium.

Rohr	K
1	$0{,}543 \cdot 10^{-6}$
2	$0{,}616 \cdot 10^{-6}$
3	$0{,}564 \cdot 10^{-6}$
4	$0{,}572 \cdot 10^{-6}$
5	$0{,}524 \cdot 10^{-6}$

Tabelle II. Kalium.

Rohr	K
1	$0{,}613 \cdot 10^{-6}$
2	$0{,}683 \cdot 10^{-6}$
3	$0{,}600 \cdot 10^{-6}$
4	$0{,}632 \cdot 10^{-6}$

Tabelle III. Lithium.

Rohr	K
1	$0{,}380 \cdot 10^{-5}$
2	$0{,}372 \cdot 10^{-5}$
3	$0{,}399 \cdot 10^{-5}$

Die Abweichungen, welche sich zwischen den einzelnen Röhren zeigen, rühren zweifellos daher, dass es überaus schwierig ist, die Röhren so an der Wage zu befestigen, dass ihre Lage für jeden einzelnen Versuch identisch ist, sowie wahrscheinlich auch von der geringeren oder stärkeren Bildung von Hohlräumen, welche durch die Zusammenziehung bei der Abkühlung auftritt. Immerhin kann man die Mittelwerte, welche ich in der folgenden Tabelle zusammenstelle, als genau annehmen:

Tabelle IV.

Metall	K
Natrium . .	$0{,}5438 \cdot 10^{-6}$
Kalium . . .	$0{,}632 \cdot 10^{-6}$
Lithium . .	$0{,}3836 \cdot 10^{-5}$

5. So oft ich den Strom im Elektromagneten schloss oder unterbrach, stellte ich die Erscheinungen fest, welche von der Induktion herrühren, und ich bemerkte, dass die Abstossung unter der Wirkung des Stromschlusses stets geringer war als die Anziehung infolge der Unterbrechung. Diese Thatsache erklärt sich augenscheinlich aus dem Umstande, dass die Wirkung des Extrastromes bei der Unterbrechung grösser ist als die des Extrastromes beim Schliessen, sowie zweifellos auch aus dem Umstande, dass die Metallmasse unmittelbar nach dem Öffnen des Stromkreises, nach dem durch die Induktion hervorgebrachten Impuls, nicht mehr unter der Wirkung des Feldes steht; sie ist daher freier als wenn das Feld besteht, welches die Bewegung zu hemmen strebt.

Beim Vergleich der Wirkungen, welche die induzierten Ströme auf gleiche Volumina Natrium und Kalium hervorbringen, fand ich keine merklichen Unterschiede. Das steht in Einklang mit dem, was man unter Berücksichtigung ihrer elektrischen Leitfähigkeiten und ihrer spezifischen Gewichte schliessen durfte.

Dagegen erhielt ich für das Lithium ein Resultat, welches von dem erwarteten recht erheblich abwich. In der That hat die elektrische Leitfähigkeit dieses Metalls, wie sie von Matthiessen bestimmt worden ist, sozusagen den gleichen Wert wie die des Kaliums[1]); überdies ist seine Dichte die kleinste unter denen aller Metalle.

Es war also anzunehmen, dass man die von der Induktion herrührenden Erscheinungen noch ausgeprägter feststellen würde als beim Natrium und beim Kalium; dieselben zeigten sich hingegen schwächer, ja in kaum merklichem Grade. Das lässt den Verdacht entstehen, dass der spezifische Widerstand des Lithiums beträchtlich grösser sein dürfte, als man annimmt, was interessant festzustellen wäre.

Mein Apparat gestattete mir nicht, den Einfluss der Temperatur auf die Magnetisierung gründlich zu studieren. Wenn ich indessen meine Röhren der Untersuchung unterzog, unmittelbar nachdem ich sie aus einem Bade von etwa doppelter und dreifacher Temperatur des Schmelzpunktes der Metalle entnommen hatte, so konnte ich, besonders für Natrium, ein ganz geringes Anwachsen der Ablenkung bemerken, welches von der Abkühlung herrührte, während ich niemals bemerkte, dass solches in merkbarer Weise eintrat, wenn die Röhren leer waren.

Ich stellte ferner, trotz der unvermeidlichen Schwankungen der Wage infolge äusserer Einflüsse, fest, dass dieses Anwachsen der Ablenkung mit der Abkühlung allmählich auftrat, so dass ich glaube, behaupten zu können, dass keine plötzliche Änderung bei der Zustandsänderung stattfindet, wie sich solche dagegen beispielsweise beim Wismut zeigt.[2])

6. Die Schlussfolgerungen, zu denen ich gelangt bin, sind also diese:

1. Natrium, Kalium und Lithium sind schwachmagnetische Metalle.

2. Ihre Magnetisierungskoeffizienten sind beziehungsweise:

$$0{,}5438 \cdot 10^{-6}$$
$$0{,}632 \cdot 10^{-6}$$
$$0{,}3836 \cdot 10^{-5}.$$

3. Diese Koeffizienten nehmen mit der Temperatur ab und erleiden bei der Änderung des Aggregatzustandes keine plötzliche Veränderung.

1) Matthiessen, Pogg. Ann. **103**, 428, 1858. Leitfähigkeit für Kalium 20,84; Leitfähigkeit für Lithium 19,00, beide bezogen auf Silber als 100.

2) Curie, Ann. de Chim. et de Phys. 1895.

Bologna, Physikalisches Institut der Universität, 14. Juli 1904.

(Aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé.)

Ein geschlossener Quecksilber-Kommutator.

Von J. J. Taudin Chabot.

Zu den verbreitetsten Laboratoriumsutensilien gehört der Quecksilber-Kommutator von Pohl[1]), trotz seiner zwar einfachen, manchmal aber bedenklichen Konstruktion.

Deshalb schien es mir, als ich vor einigen Jahren häufiger des Kommutators bedurfte, nicht unzweckmässig, zugleich für dieses Instrument einen Typus aufzustellen, kaum weniger einfach als der ursprüngliche und dennoch frei von dessen unbequemeren Eigentümlichkeiten.

Die schnellste Lösung des Problems versprach blosse Verwandlung des offenen Modells in ein geschlossenes: eine nur geringer Erläuterung bedürftige Ausführungsform veranschaulicht die Figur.

Zwei oben verstöpselte Glasröhrchen schliessen nach unten in je drei zugeschmolzene Arme ab, jedes Ende von einem starken Platindraht durchsetzt, die aussen vorstehenden Teile aller sechs Platindrähte in ebensoviele Leiterbüchsen eingeschraubt, welche derart geschaltet sind, dass die mittleren beiden mit dem einen, die anderen vier, diagonal unter sich verbunden, mit dem anderen Polklemmenpaar des Instruments durch kurze biegsame Kabel kommunizieren — während nach innen die Platindrähte in das Quecksilber hineinreichen, welches die einzelnen Arme so weit erfüllt, dass, wenn die beiden Glasröhrchen vermittels der sechs Leiterbüchsen tragenden Wippe horizontal — durch Einschnappfeder in dieser Lage festgehalten — der Strom unterbrochen ist, hingegen derselbe den hinter dem Instrument gelegenen Teil der Leiterbahn in dem einen oder dem anderen Sinne passiert, wenn die Wippe mit den Röhrchen nach der einen oder der anderen Seite geneigt wird.[1])

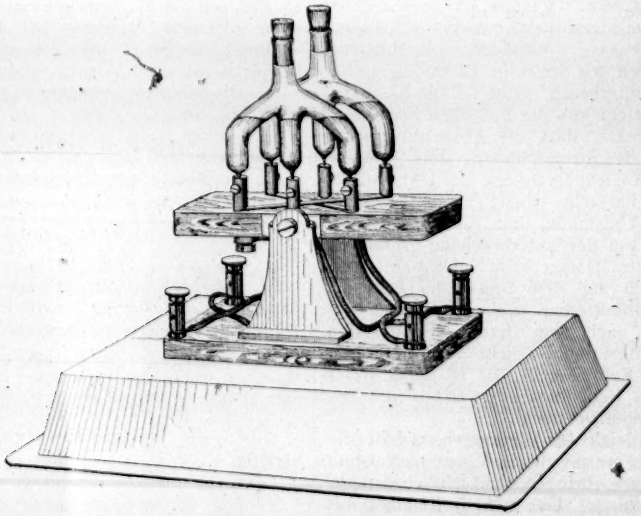
Die Schaltungen erscheinen dauernd zuverlässig; sie finden statt zwischen den Quecksilbersäulen der einzelnen Röhrchenarme, die, eben je nach Lage der Wippe, paarweise ineinander fliessen oder sich voneinander zurückziehen. Aufguss von Alkohol oder dergl. auf das Quecksilber ist zu vermeiden, hingegen Nachfüllen etwa von Stickstoff und Zuschmelzen der Röhrchen auch oben die Dauerhaftigkeit und Sicherheit des Instruments beim Transport noch erhöhen dürften.[2])

Das gleiche Prinzip kann offenbar Anwendung finden bei allen verwandten Konstruktionen (bei der Poggendorffschen Wippe etc.), selbst für relativ bedeutende Stromstärken (10 Amp. und mehr) und auch Spannungen, woferne die Röhrchen über dem Quecksilber nicht wesent-

1) Kastners Archiv **13**, 49, 1828. Die ursprüngliche Bezeichnung „Gyrotrop" deutet wohl darauf hin, dass derselbe eingegeben wurde durch die damals neuen Rotationsapparate von Ampère u. a., zum Zwecke, deren Drehrichtung bequem umzusteuern.

1) Auch die geneigte Lage ist im Bilde leicht kenntlich gemacht durch Positionsveränderung der Wippe während einer kurzen Unterbrechung der entsprechend bemessenen photographischen Exposition.

2) In dargestellter Form wurde der Kommutator geliefert von den Firmen L. Tesdorpf (Holz und Messing) und F. Mollenkopf (Glas und Platin), beide in Stuttgart.



lich evakuiert sind (da anderenfalls das Umkippen die Erscheinungen der Quecksilberlampe auslösen könnte).

Degerloch (Wttbg.), 23. Dezember 1904.

(Eingegangen 24. Dezember 1904.)

Ein Versuch über die allgemeine Massenanziehung.

Von A. Föppl.

Eine Masse von 1 g zieht eine ihr gleiche, die ihr im Abstande von 1 cm gegenübersteht, mit ungefähr $6{,}6 \cdot 10^{-8}$ Dynen an. Viel Mühe wird noch fortwährend und mit Recht darauf verwendet, den genauen Wert dieser wichtigen Konstanten nach verschiedenen Methoden und unter Aufwendung grosser Mittel so scharf als möglich zu bestimmen.

Im Vergleiche hierzu ist die experimentelle Prüfung einer sehr nahe damit zusammenhängenden Frage bisher offenbar zu kurz gekommen: nämlich der Frage, ob die allgemeine Massenanziehung etwa nicht nur von der augenblicklichen Entfernung, sondern auch von der relativen Geschwindigkeit, vielleicht auch von der Beschleunigung beider Massen gegeneinander abhängen könnte. Ein Versuch, der hierauf abzielte, hätte namentlich in der noch nicht sehr lange zurückliegenden Zeit, in der man dem Weberschen elektrodynamischen Grundgesetze eine umfassende Bedeutung beilegte, sehr nahe gelegen. Der Gedanke, dass auch bei der allgemeinen Massenanziehung zu dem von der Entfernung abhängigen Gliede, das die gewöhnliche Gravitation darstellt, noch andere Glieder hinzutreten könnten, vielleicht von ähnlicher Art wie beim Weberschen Gesetze, ist natürlich hier und da ausgesprochen worden; um so mehr darf es aber als auffällig bezeichnet werden, dass er bisher, wie es scheint, noch niemals mit der gleichen Sorgfalt geprüft wurde, wie sie auf die Bestimmung der Gravitations-Konstanten verwendet wurde. Wahrscheinlich lag dies daran, dass man einen direkten Versuch im Hinblick auf die aus den astronomischen Beobachtungen abgeleiteten Schlüsse als entbehrlich betrachtet hat. Aber offenbar mit Unrecht! Um dies einzusehen, nehme man einmal an, dass ein von der relativen Geschwindigkeit beider Massen abhängiges Glied vorkäme, das mit der 4. Potenz der Entfernung abnimmt — eine Annahme, die, nebenbei bemerkt, durch gewisse Erwägungen, auf die es jetzt nicht ankommt, nahe gelegt werden kann. Man erkennt nun leicht, dass sich ein solches Glied bei den Bewegungen im Sonnensystem nicht bemerklich zu machen brauchte, während es bei Versuchen mit nahe benachbarten Massen ganz gut von gleicher Grössenordnung oder selbst noch weit grösser sein könnte als die Massenanziehung zwischen relativ zueinander ruhenden Massen. Die Möglichkeit, dass ein Versuch von der vorher besprochenen Art zu einem positiven Ergebnisse führen könnte, lässt sich daher von vornherein jedenfalls nicht bestreiten.

Die Fragestellung ist ja nun freilich keineswegs neu. Sie geht bis auf Newton selbst zurück, der dadurch zu dem Versuch mit dem rotierenden Wassereimer geführt wurde. Ferner hat E. Mach in seiner „Mechanik" schon vor langer Zeit bei der Besprechung dieses Newtonschen Versuches ausdrücklich darauf hingewiesen, dass niemand zu sagen vermöchte, wie der Versuch ausfiele, wenn er mit viel mächtigeren Hilfsmitteln, als sie Newton zu Gebote standen, wiederholt würde.[1]) Durch diese Bemerkung von Mach sind auch, wie es scheint, die Herren B. und J. Friedländer[2]) zu ihrem Versuche angeregt worden, mit dem sie die Frage entscheiden wollten. Sie beobachteten, ob ein rotierendes Schwungrad infolge der Rotation eine in der Nähe aufgestellte Drehwage abzulenken vermöchte. Sie glaubten auch in der That, eine Ablenkung feststellen zu können. Wahrscheinlich war dieses positive Ergebnis aber nur durch Versuchsfehler vorgetäuscht, was sie auch selbst von vornherein als sehr leicht möglich zugegeben hatten. Zahlenangaben finden sich in der als besondere kleine Schrift herausgegebenen Abhandlung übrigens nicht und von weiteren Versuchen, die von den Verfassern damals in Aussicht gestellt waren, hat inzwischen nichts verlautet. Auch von anderer Seite sind bisher, wie es scheint, Versuche, die sich auf den gleichen Gegenstand bezögen, nicht angestellt oder wenigstens nicht veröffentlicht worden.

Bei dieser Sachlage und zugleich auch aus Anlass einer theoretischen Abhandlung, die ich vor kurzem veröffentlicht habe[3]), schien es mir geboten, mit den im Verhältnis zur Schwierigkeit der Untersuchung allerdings nur recht bescheidenen Hilfsmitteln, über die ich zu verfügen vermochte, von neuem auf die Frage zurückzukommen. Wie unter diesen Umständen kaum anders zu erwarten war, sind diese Versuche freilich negativ ausgefallen. Ich hatte daher anfänglich nicht die Absicht, sie zu veröffentlichen; auf den eindringlichen Rat von hochgeschätzter befreundeter Seite habe ich mich aber nun doch dazu entschlossen und zwar in der Erwägung, dass ich wenigstens

1) S. 246 der 5. Aufl. von Machs „Mechanik", 1904.

2) B. u. J. Friedländer, Absolute oder relative Bewegung? Berlin 1896.

3) A. Föppl, Über absolute und relative Bewegung. Sitzungsberichte der k. bayr. Akademie d. W., **34**, 383, 1904.

eine ungefähre Grenze angeben kann, unterhalb der die von der Geschwindigkeit abhängigen Kräfte, wenn sie überhaupt bestehen, jedenfalls liegen müssen. Zu einer ausführlicheren Beschreibung der Versuchsausführung liegt angesichts des negativen Ergebnisses natürlich kein Anlass vor; ich werde mich vielmehr so kurz als möglich fassen.

Wie die Herren Friedländer habe auch ich mich eines Schwungrades bedient, in dessen Nähe zuerst ein Senkel, dann eine Torsionswage aufgehängt wurde, um die etwaige Anziehung oder Abstossung zu beobachten. Das Schwungrad stammte aus dem im vorigen Jahrgange dieser Zeitschrift S. 416 beschriebenen Apparate zur Messung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde, hatte 50 cm Durchmesser und 30 kg Gewicht und konnte mit Umfangsgeschwindigkeiten bis zu etwas über 60 m/sec in Umlauf gesetzt werden. Da ich, wie schon bemerkt, einigen Grund zu der Vermutung zu haben glaubte, dass die „Geschwindigkeitskräfte" sehr schnell (etwa nach der vierten Potenz) mit der Entfernung abnehmen könnten, ferner auch als wahrscheinlich betrachtete, dass sie dem Quadrate der Relativgeschwindigkeiten proportional sein würden, war mein Hauptbestreben darauf gerichtet, die Masse, deren Anziehung oder Abstossung beobachtet werden sollte, so nahe als irgend möglich in der Nachbarschaft des Schwungringumfangs aufzuhängen. Wegen der Notwendigkeit, das Schwungrad luftdicht einzukapseln, um Luftströmungen zu vermeiden, konnte ich aber den Abstand bei dem Senkel nicht kleiner als 8 mm, bei der Drehwage nicht kleiner als 27,5 mm erreichen.

Das Senkel bestand aus einem aus Bleidrähten zusammengesetzten, plattenförmigen Gewichte von 220 g, das an einem Platindraht von 0,15 mm Durchmesser und 529 cm Länge aufgehängt war. Es wurde mit einem Mikroskope beobachtet und dabei festgestellt, dass bei der grössten Umfangsgeschwindigkeit des Schwungrads eine Anziehung um einige Tausendstel Millimeter erfolgte. An diesem Ergebnis ist nicht zu zweifeln; es ist aber, wie ich jetzt annehmen muss, auf Versuchsfehler zurückzuführen. Nach den hier nicht näher wiederzugebenden Einzelheiten scheinen mir zwar elektrostatische, magnetische oder elektrodynamische Kräfte nicht in Frage kommen zu können. Eher liesse sich die beobachtete Anziehung auf akustische Wirkungen zurückführen, da sich Erzitterungen der das Schwungrad umschliessenden Blechkapsel natürlich nicht ganz vermeiden liessen. Freilich traten diese Erzitterungen bei gewissen Geschwindigkeiten viel stärker auf als bei anderen, die darüber oder darunter lagen, und es hat sich nichts davon merken lassen, dass die geringfügigen Anziehungen des Senkels mit der Stärke dieser Erschütterungen gleichen Schritt gehalten hätten. Ich bin daher nicht imstande zu sagen, auf welche Fehlerquelle die thatsächlich beobachtete Anziehung zurückzuführen ist.

Dass es sich nämlich trotzdem nur um einen Versuchsfehler gehandelt haben kann, scheint mir aus dem hierauf mit der Drehwage vorgenommenen Versuche hervorzugehen. Die Drehwage hatte zwei, ebenfalls aus Bleidrähten zusammengesetzte, plattenförmige Gewichte von je 157 g, die von Mitte zu Mitte, um 26 cm voneinander entfernt, an einem Messingdrahte befestigt waren. Als Faden diente derselbe Platindraht wie zuvor. Die Entfernung zwischen Spiegel und Massstab war 125 cm. Im Mittel aus zwei nach verschiedenen Methoden vorgenommenen Versuchen entsprach einer Ablenkung um 1 mm am Massstab eine Kraft von rund $25 \cdot 10^{-5}$ Dynen an dem einen der beiden Gewichte, d. h. am Hebelarme von 13 cm.

Da die Drehwage sehr empfindlich gegen Luftströmungen ist, musste sie in einem aus Pappe hergestellten Kasten untergebracht werden, was übrigens auch schon deshalb nötig erschien, um etwaige akustische Wirkungen abzuschirmen. Der Abstand der dem Schwungrade gegenüberstehenden Masse vom Schwungradumfange musste nun freilich auf 27,5 mm gesteigert werden, was sehr unerwünscht war. Dafür war aber die Empfindlichkeit der Messvorrichtung gegenüber dem Senkel auf fast das Tausendfache gesteigert.

Bei dieser Versuchsanordnung konnte keine Einwirkung des rotierenden Schwungrads auf die ihr gegenüberstehende Masse festgestellt werden. Ein Ausschlag von 0,1 Skalenteil hätte mir zwar leicht entgehen können; ein solcher von doppelter Grösse aber kaum. Ich glaube daher, behaupten zu können, dass die etwaige Geschwindigkeitskraft unter den vorher angegebenen Umständen kleiner als $5 \cdot 10^{-5}$ Dynen gewesen sein muss. Ob unter diesen Umständen eine Geschwindigkeitskraft von der gleichen Grössenordnung wie die gewöhnliche Gravitation auftritt, lässt sich dagegen aus meinen Beobachtungen nicht entnehmen.

München, Mech.-techn. Laboratorium der k. techn. Hochschule, Januar 1905.

(Eingegangen 26. Januar 1905.)

Über die sekundären Wellenbewegungen der Meeresgezeiten.

Von K. Honda, Y. Yoshida und T. Terada.[1])

Flutkurven, wie sie durch selbstregistrierende Flutmesser aufgezeichnet werden, sind oftmals begleitet von eigentümlichen Zickzacklinien oder sekundären Schwingungen. Die Zickzacklinien zeigen sich in der Regel an den Stationen, welche in einer Bucht oder einer Mündung belegen sind. Diese Thatsache scheint von vielen früheren Beobachtern bemerkt worden zu sein.

Im Jahre 1838 wurde diese Erscheinung zu Swansea in England beobachtet. Admiral Smythe berichtete über dieses Phänomen in Malta, wo es lange mit dem Namen „Mirobia" bezeichnet worden war. Sir George Airy war der Ansicht, dass die Mirobia die „Seiche" zwischen Sizilien und der afrikanischen Küste sei. Major Baird von der Indian Tidal Survey berichtete im Jahre 1868 über dieselbe Erscheinung als eine an den Enden von Buchten äusserst hervortretende Erscheinung. Im Jahre 1895 verlas W. Bell Dawson[2]) vor der Royal Society of Canada eine Mitteilung, in welcher das Vorhandensein dieser sekundären Wellen graphisch dargestellt war. Professor Duff schloss aus seinen Beobachtungen in St. John, N. B., und in Indiatown, dass die Erscheinung in den Seichen bestehe, welche von gewissen Schwingungsarten zwischen den beiden Seitenufern der Bay von Fundy herrührten. H. C. Russell stellt fest, dass in Sidney diese Wellen in den meisten Fällen von atmosphärischen Störungen herrühren. Napier Denison[3]) vom Toronto-Observatorium studierte systematisch diesen Gegenstand im Zusammenhang mit den Änderungen des Barometerstandes. Er schrieb die Erscheinung langen Wellen zu, welche erzeugt würden durch Luftwellen von beträchtlicher Wellenlänge. Professor F. Omori[4]) untersuchte die sekundären Wellen an Mareogrammen von Aynkawa in Verbindung mit der Untersuchung der „Tsunami" (zerstörenden Seewellen), welche das Erdbeben von 1896 begleiteten. Dabei fand er, dass die Periode der Welle die gleiche war wie die unter gewöhnlichen Bedingungen gefundene. Professor H. Nagaoka[5]) bezeichnete in seiner Arbeit über die hydrodynamischen Untersuchungen der Tsunami eine spätere experimentelle Erforschung der wahren Natur des Phänomens als wünschenswert. Das Imperial Earthquake Investigation Committee nahm diese Anregung auf und übertrug uns die Aufgabe, eine systematische Untersuchung anzustellen.

Die Beobachtungen bestanden darin, mittels selbstregistrierender Flutmesser zu messen

1. die Perioden der jeder Bucht oder Küste eigentümlichen Wellen,

2. die Phasendifferenz in verschiedenen Teilen einer Bucht, auf Grund gleichzeitiger Beobachtungen,

3. die etwa vorhandenen gemeinsamen Wellen zweier aneinander grenzender Buchten.

Die Messungen der zweiten und dritten Gattung wurden an einigen typischen Stationen ausgeführt.

Der Apparat, den wir auf unserer Expedition im letzten Sommer benutzten, war im wesentlichen der von Herrn S. Nakamura[1]) konstruierte Quecksilber-Flutmesser. Die Registriervorrichtung hatte in unserem Falle folgende Abänderung erfahren: der Schwimmer bestand aus einer hohlen Ebonitdose, welche lose an dem offenen Arm des *U*-Rohres angebracht war, in dem sich das Quecksilber befindet. Ein Federträger trug zwei Arme, welche senkrecht zu der Feder standen. Er war in horizontaler Lage am oberen Ende des Stabes befestigt. An den Enden der Arme waren Friktionsrollen angebracht, welche sich in *V*-förmigen Nuten zweier vertikaler Führungen drehten. Auf diese Weise war die Feder gezwungen, sich in einer vertikalen Linie leicht zu bewegen. Obschon die Schreibfeder immer durch den Druck einer schwachen Feder gegen den Registriercylinder gepresst wurde, war doch die Reibung ganz unmerklich. Die gesamte Anordnung arbeitete in den meisten Fällen durchaus zufriedenstellend. Es traten indessen oftmals Schwierigkeiten auf, wenn es galt, den Apparat in beträchtlicher Höhe über dem Wasserspiegel aufzustellen, weil in diesem Falle das Aufsaugen von Wasser in das *U*-Rohr schwierig wurde, und weil überdies die unvermeidlich in das Rohr eintretenden Luftblasen die Kurve ernstlich störten. Zur Vermeidung dieser Störungen bedienten wir uns auf unserer Expedition im Sommer 1904 einer anderen Anordnung neben der oben beschriebenen. Der neue Apparat ist eigentlich eine Abänderung des Richardschen Hydrometers. Wir ersetzten die Registriervorrichtung durch unsere oben beschriebene und beseitigten den Kautschuksack in der Tauchflasche. Das Wasser tritt in die Flasche ein durch ein kleines Loch am Boden und komprimiert die Luft im Innern. Der Druck der Luft wird durch ein

1) Reports of the meetings of the Tokyo Physico-Mathematical Society **2**, Nr. 16, 1904.

2) Dawson, Proceedings of the Canadian Institute 1 (3).

3) Denison, Proceedings of the Canadian Institute (N. S.) 1, 28 und 134.

4) F. Omori, Report of the Earthquake Investigation Committee, Nr. 34.

5) H. Nagaoka, Reports of the meetings of the Tokyo Physico-Mathematical Society 1, Nr. 15, 1903.

1) S. Nakamura, Reports of the meetings of the Tokyo Physico-Mathematical Society 1, Nr. 15, 1903.

kupfernes oder bleiernes Rohr von geringem Durchmesser auf den Registrierapparat übertragen. Berechnungen ergaben, dass Einflüsse infolge Änderungen der Temperatur und des atmosphärischen Druckes in unseren Fällen vernachlässigt werden konnten. Diese Tatsache wurde auch experimentell bestätigt. Es lässt sich ferner zeigen, dass der Querschnitt des Bleirohres nicht sehr klein zu sein braucht. Selbst wenn das Volumen des Rohres dem der Flasche gleich wird, erfährt der Reduktionsfaktor keine merkliche Änderung. Der Apparat erwies sich in vielen Fällen als sehr zweckdienlich.

Die Beobachtungen wurden während der beiden Sommer 1903 und 1904 ausgeführt. In den Ferien des letzten Jahres wurden die Beobachtungen an der Küste von Rikusen, Hitachi, Tomomi und Tosa angestellt. Bei der letzten Expedition wollten wir zunächst nach Sansiku, als das Wladiwostok-Geschwader unsere Pacificküste bedrohte. In der Bucht von Kojirohama sahen wir eines Nachts das Licht eines Scheinwerfers. Später begaben wir uns dann an die Küste des Japanischen Meeres und von Tosa.

Die Anzahl der von uns beobachteten Buchten und Küsten beläuft sich im ganzen auf 26, und zwar 20 an der Pacificküste zwischen Rikuchu und Tosa und 6 an der Küste des Japanischen Meeres zwischen Niigata und Tsuruga. Bei der Diskussion unserer Resultate benutzten wir die wertvollen Beobachtungen, welche Herr A. Jmamura an 10 anderen Stationen gemacht hat. Ausserdem benutzten wir die Aufzeichnungen, welche mit Flutmessern nach Lord Kelvin in Hanasaki, Misaki und Hososhima erhalten worden waren.

Aus einem gründlichen Studium sehr zahlreicher gewonnener Aufzeichnungen können wir die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

1. An der Pacificküste, soweit die Küstenlinie frei ist von allen Einbuchtungen, sind die sekundären Wellen sehr ausgeprägt und von ganz unregelmässiger Natur. Als Beispiele sind zu nennen Hiragata, Inuboyesaki, Omaesaki, Maisaka, Shionomisaki, Tei und Yotsu.

2. Im Japanischen Meer ist die See während des Sommers im allgemeinen ruhig. Die sekundären Wellen zeigen sich an der Küste, soweit sie von allen Einbuchtungen frei ist, wenn sie auch nicht regelmässig sind.

3. In einer Bucht von beträchtlichem Flächeninhalt, oder in einer seichten Bucht, die durch eine enge Mündung mit dem Ozean in Verbindung steht, sind die sekundären Wellen nicht deutlich. Als Beispiele sind zu nennen die Buchten von Yamada, Shiogama, Suruga und Mikawa.

4. In einer tiefen Bucht oder einer tiefen Mündung, deren Breite allmählich von der Mündung aus landeinwärts abnimmt, sind die sekundären Wellen sehr deutlich ausgesprochen. Als Beispiele sind anzuführen Kamaishi, Ofunato, Misaki, Susaki, Hososhima und Tsuruga.

5. In einer Bucht oder an einer offenen Küste ist die sekundäre Wellenbewegung bei ruhiger See im allgemeinen deutlich.

6. Die Phasen der Hauptwelle in verschiedenen Teilen einer Bucht sind gleich.

Ein gutes Beispiel dieser ziemlich unerwarteten Erscheinung liefert der Golf von Ofunato, von dem eine topographische Skizze in der vorstehenden Figur wiedergegeben ist. Die Hauptwelle von 38 m hatte die gleiche Phase in Ofunato, Inagosaki, Hosoura und Takonoura.

7. In Buchten oder an offenen Küsten, die nicht weit voneinander entfernt sind, bemerkt man eine gemeinsame Wellenbewegung. Als Beispiele können gelten: Ryoishi, Kamaishi, Kojirohama und Yoshihama; Tei, Susaki und Yotsu; Naoetsu und Kanaiwa.

8. Die Hauptwelle in einer Bucht wechselt oftmals ihre Periode, und zwar entweder kontinuierlich oder plötzlich. Als Beispiele sind zu nennen: Susaki und Tsuruga.

9. Die Periode der hervortretendsten Welle ist ziemlich genau gegeben durch die Gleichung

$$T = \frac{4L}{\sqrt{hg}},$$

wo L die Länge der Bucht ist, gemessen der Länge nach normal zu den Konturen, h die mittlere Tiefe der Bucht, g die Schwerkraftsbeschleunigung.

10. In der nachstehenden Tabelle haben wir die hervortretendsten Perioden aufgezeichnet, welche jeder Bucht eigentümlich sind, und daneben die Perioden, wie sie nach obiger Formel berechnet worden sind. An den hier mit einem Sternchen (*) bezeichneten Stationen hat Herr A. Imamura die Beobachtungen angestellt, an den mit zwei Sternchen (**) bezeichneten wurden sie mit dem selbstregistrierenden Flutmesser nach Lord Kelvin ausgeführt. Die fett gedruckten Ziffern in der Tabelle bezeichnen die Perioden der regelmässigsten Wellen.

Name der Bucht	Periode beob.	Periode ber.
1 Hanasaki** in Nemuro. .	14 m	13 m
2 Miyako*	25, 45	46
3 Yamada*	43	28
4 Funagoshi*	17	16
5 Ōdsuchi*	27	26
6 Ryōishi	13, 20	21
7 Kamaishi	**20**, 25	21
8 Kojirohama	20	22
9 Yoshihama	**18**	18
10 Okirai in Sanriku	10, 28	25
11 Ryōri	13	16
12 Ofunato	15, **38**	37
13 Kesennuma*	48	64
14 Niiyama	8	7
15 Yamadori*	13	11
16 Ayukawa**	**8**	9
17 Obuchi*	18, 31	17
18 Ohara*	15	16
19 Misaki** in Sagami . . .	**16**	14
20 Susaki in Tosa	**31** bis **42, 51**	33 bis 42, 47
21 Tsuruga in Echizen . . .	**54, 64**	55, 70
22 Hososhima** in Hiuga . .	**20**	20

Aus der obigen Tabelle ersehen wir die gute Übereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten Perioden für die hervortretendsten Wellenbewegungen in jeder Bucht.

Manche früheren Autoritäten waren der Ansicht, dass die sekundären Wellen in einer Bucht eine Erscheinung wären analog den „Seiches" in einem Binnensee. Indessen ist nach unseren Beobachtungen die Phase der hauptsächlichen Niveauänderung über die ganze Bucht dieselbe, so dass diese Ansicht nicht allgemein richtig sein kann. Napier Denison sieht die Welle an als herrührend von langen Wellen, welche sich vom Ozean in die Bucht fortpflanzen. Alle unsere Resultate, mit Ausnahme der beiden letzten, lassen sich nach seiner Anschauungsweise leicht erklären. Indessen lässt sich die Thatsache, dass für jede Bucht eine besondere Hauptwelle vorhanden ist, aus einer einfachen Fortpflanzung langer Wellen nicht erklären und spricht eher zu Gunsten der „Seiches"theorie.

Die Resultate, soweit sie auf Grund unseres Beobachtungsmaterials gewonnen sind, lassen sich durch die folgenden Betrachtungen erklären. Der Einfachheit wegen betrachten wir eine rechteckige Bucht von konstanter Tiefe. Wir wollen annehmen, eine regelmässige lange Welle pflanze sich in der Längsrichtung der Bucht fort und werde an ihrem Ende reflektiert. Durch Interferenz zwischen der einfallenden und der reflektierten Welle bildet sich eine stehende Welle, welche am Ende der Bucht einen Bauch hat. Ist die Wellenlänge so gross, dass an der Mündung der Bucht ein Knoten auftritt, so würde die Periode sehr nahezu gleich werden derjenigen der stehenden Schwingung in einem See von der doppelten Länge der Bucht, doch muss in Wirklichkeit eine Korrektion (siehe den Anhang) angebracht werden wegen des Einflusses der Mündung, gerade wie in einem analogen Problem aus der Akustik. In diesem Falle muss die Amplitude der Schwingung durch die fortgesetzte Energieanhäufung notwendig vergrössert werden. Die Periode einer solchen Schwingung kann augenscheinlich ausgedrückt werden durch die Gleichung

$$T = \frac{4L}{\sqrt{hg}}.$$

Wir betrachten nun Wellen verschiedener Periode und verschiedener Wellenlänge, welche vom Ozean aus gegen die Küste hin fortschreiten. Diejenige dieser Wellen, deren Periode zusammenfällt mit der oben beschriebenen Schwingung in einem Becken, die ihren Knoten an der Mündung der Bucht hat, wird die Eigenschwingung in der Bucht erregen. Man kann sonach die Buchten an der Küstenlinie vergleichen mit einer Reihe von Resonatoren, von denen jeder aus einer Masse komplizierter Klänge selektiv den seinem Eigenton nahezu gleichen Ton aufnimmt und auf ihn anspricht. Die vorliegende Tabelle scheint diese einleuchtende Vorstellungsweise in ganz überraschendem Masse zu bestätigen. Überdies spricht die Thatsache, dass die Niveaubewegung in einer Bucht für die Hauptwelle an mehreren Stationen in Phase gleich ist, zu Gunsten obiger Anschauung. Darwin[1]) scheint bei der Besprechung der Gezeiten von Venedig einen analogen Gedanken gehabt zu haben.

Hat die Bucht eine langgestreckte Gestalt, so werden ausser derjenigen Welle, deren Periode der Schwingung in einem Knoten des Binnensees von doppelter Länge gleich ist, auch solche Wellen die entsprechenden Schwingungen in der Bucht anregen, welche eine Periode von $^1/_3$, $^1/_5$ . . . besitzen, entsprechend der Schwingung mit 3, 5 . . . Knoten. Die Existenz solcher höheren Obertöne scheint in gewissem Masse bestätigt zu sein durch die Aufzeichnungen in

1) G. H. Darwin, The Tides, Kap. X, p. 169.

Ofunato und Susaki. In der Bucht von Ofunato tritt neben der Hauptschwingung von 38 m oft eine kleinere Schwingung von 15 m auf. Die Phase dieser kleineren Schwingung ist entgegengesetzt für Ofunato am Ende der Bucht wie für Hosoura nahe der Mündung. Dagegen ist bei Inagosaki, welches etwa mitten zwischen den beiden oben genannten Stationen liegt, diese Welle sehr schwach. Ebenso ist für Susaki eine Welle von etwa 20 m bei Yamasaki, einer in der Mitte gelegenen Station, nicht vorhanden, während sie in Shiraiwa und Nomi, zwei äusseren Stationen, sehr deutlich auftritt.

Aus der obigen Betrachtung ergiebt sich klar die Bestimmung der Knotenlinie an der Mündung der Bucht für die Berechnung der Schwingung. Die Linie muss parallel zur Wellenfront gezogen werden. In Buchten wie die von Ryoishi, Kamaishi, Yoshihama u. s. f. besteht kein Zweifel über die Bestimmung der Knotenlinie. Zwei Stationen, Yamadori und Ayukawa haben ähnliche topographische Bedingungen bezüglich ihrer relativen Lage zur Bucht und der benachbarten Insel, Kinkwazan bezw. Amiji. Betrachten wir die Fortpflanzungsrichtung der langen Welle nahe an der Küste, so sind wir zu der Annahme berechtigt, dass die Strasse von Yamadori in ihrer Längsrichtung schwingt mit Knoten an ihren beiden Enden. Im Falle von Ayukawa dagegen müssen mir annehmen, dass der kleine Eingang wie bei einer gewöhnlichen Bucht schwingt. Die auf Grund dieser Annahmen gemachten Berechnungen stimmen recht gut mit den thatsächlichen Werten überein.

In der Bucht von Susaki treten verschiedene Knotenlinien auf. Je nach Wahl der Knotenlinie schwankt die Länge des äquivalenten Beckens innerhalb weiter Grenzen, so dass die Bucht auf irgendeine Welle ansprechen kann, deren Periode innerhalb dieser Grenzen liegt. Die Änderung in der Fortpflanzungsrichtung der Welle verursacht die entsprechende Längenänderung des äquivalenten Beckens und somit die Änderung in der Periode der Hauptwelle. Die thatsächlichen Grenzwerte der veränderlichen Periode stimmen nahezu mit den auf Grund dieser Voraussetzung berechneten überein.

Dass eine Bucht von beträchtlichem Flächeninhalt, wie die Bucht von Suruga, nicht in der angenommenen Weise schwingt, scheint auf die Abwesenheit einer regelmässigen Welle von sehr grosser Wellenlänge mit merklicher Amplitude hinzudeuten. Die Abwesenheit merklicher Wellenbewegungen in einer grossen Bucht mit enger Mündung, wie die Bucht von Mikawa, durfte aus Kontinuitätsgründen erwartet werden.

Im Laufe unserer Expedition erlebten wir mehrere Cyklone. Im allgemeinen scheint der Sturm die Amplitude der sekundären Welle in geringem Grade zu beeinflussen. Als Beispiel könnten wir die in Kamaishi und Kamesaki erlebten Stürme anführen. Andererseits geschieht es oft, dass eine Schwingung von beträchtlicher Amplitude trotz augenscheinlich sehr ruhigen Wetters auftritt vor einer nahenden atmosphärischen Depression. Es erscheinen sonach für die Erhöhung der Amplitude der sekundären Wellen besondere Bedingungen im Verlauf eines Cyklons erforderlich, welche wahrscheinlich seine Geschwindigkeit und die Gangrichtung seines Centrums betreffen.

Im Anschluss hieran dürften die folgenden Bemerkungen nicht unangebracht erscheinen. Professor Omori bemerkte in seiner Arbeit, dass in Mareogrammen von Ayukawa die Schwingungsperioden von Tsunamis, welche starke Erdbeben begleiteten und oft die Küste von Saurika verwüsteten, die gleichen sind wie die in gewöhnlichen Fällen beobachteten. Diese Thatsache lässt sich ohne Widerspruch gegen unsere Resultate aus der Annahme erklären, dass Wellen, welche in einem gewissen begrenzten Gebiet des offenen Meeres entstehen, bestimmte Perioden haben, in welcher Weise das Wasser auch gestört worden sein mag. Die Annahme wie sie Professor Omori macht, dass die Teile des Meeres eigene Pendelbewegungen ausführen, erscheint unnötig.

Napier Denison scheint das Vorhandensein eigener Perioden für verschiedene Buchten nicht beobachtet zu haben. Sonach scheint seine Auseinandersetzung über diesen Gegenstand modifiziert werden zu müssen.

Anhang.

Wir betrachten der Einfachheit halber eine rechteckige Bucht an einer geraden Küste eines Ozeans von gleichmässiger Tiefe. Es sei h die Tiefe, b die Breite und L die Länge der Bucht. Der Anfangspunkt des rechtwinkligen Koordinatensystems liege im Mittelpunkt der Mündung der Bucht. Die x-Achse liege in der Längsrichtung der Bucht, landeinwärts positiv gerechnet; die y-Achse sei aufwärts gerichtet. Die vertikale Verschiebung innerhalb der Bucht sei

$$\eta = A \sin \frac{\pi x}{2L} \cos \frac{2\pi t}{T}.$$

Unter Vernachlässigung der vertikalen Beschleunigung haben wir dann

$$\eta = -h \frac{d\xi}{dx},$$

also

$$\xi = A \frac{2L}{\pi h} \cos \frac{\pi x}{2L} \cos \frac{2\pi t}{T},$$

$$\dot{\xi} = -A \frac{4L}{Th} \cos \frac{\pi x}{2L} \sin \frac{2\pi t}{T}.$$

Die kinetische Energie innerhalb der Bucht ist:

$$\frac{1}{2}\varrho h b \int \dot{\xi}^2 dx = \frac{4A^2L^3b\varrho}{T^2h} \sin^2\frac{2\pi t}{T}.$$

Die potentielle Energie im Innern der Bucht ist:

$$\frac{1}{2} g\varrho b \int \eta^2 dx = \frac{A^2Lb\varrho g}{4} \cos^2\frac{2\pi t}{T}.$$

Die kinetische Energie ausserhalb sei:

$$Phb^2\varrho\dot{\xi}_0^2 = \frac{16PA^2b^2L\varrho}{T^2h} \sin^2\frac{2\pi t}{T},$$

wo $\dot{\xi}_0$ der Wert von $\dot{\xi}$ im Punkte $x = 0$ ist. P hat die Dimension einer Zahl. Unter Vernachlässigung der potentiellen Energie ausserhalb der Bucht, welche klein ist, erhalten wir:

$$\frac{4A^2L^3b\varrho}{T^2h}\sin^2\frac{2\pi t}{T} + \frac{A^2Lb\varrho g}{4}\cos^2\frac{2\pi t}{T} + \frac{16PA^2L^2b^2\varrho}{T^2h}\sin^2\frac{2\pi t}{T} = \text{const.}$$

$$t = 0, \quad \frac{A^2bL\varrho g}{4} = \text{const.}$$

$$t = \frac{T}{4}, \quad \frac{4A^2L^3b\varrho}{T^2h} + \frac{16PA^2L^2b^2\varrho}{T^2h} = \text{const.} = \frac{A^2Lb\varrho g}{4},$$

also:

$$T^2 = \frac{16L^2}{gh}\left(1 + 4P\frac{b}{L}\right),$$

$$T = \frac{4L}{\sqrt{gh}}\left(1 + 4P\frac{b}{L}\right)^{1/2}$$

Lord Rayleigh[1]) fand, dass die Wirkung der Luft auf einen schwingenden rechteckigen Kolben, dessen Länge y sehr gross ist gegenüber seiner Breite x, gleich ist der Hinzufügung einer Masse

$$y\frac{x^2}{\pi}\left(\frac{3}{2} - \gamma - \log\frac{\varkappa x}{2}\right),$$

wo $\gamma = 0{,}5772$ und $\varkappa = \frac{2\pi}{\lambda}$ ist, wenn λ die Wellenlänge bedeutet. Wird y unendlich gross, so wird die Wirkung auf gleichlange Teile des Kolbens gleichmässig. Die Wirkung auf die Längeneinheit bei einer Breite b wird danach:

$$\frac{b^2}{\pi}\left(\frac{3}{2} - \gamma - \log\frac{\varkappa b}{2}\right),$$

also für die Tiefe h

$$\frac{hb^2}{\pi}\left(\frac{3}{2} - \gamma - \log\frac{\pi b}{\lambda}\right).$$

Nun vernachlässigt man beim Problem der langen Wellen gewöhnlich die vertikale Beschleunigung und betrachtet die horizontale Beschleunigung als nahezu konstant für verschiedene Tiefen. Zu den Wellenrücken parallele und relativ zum Wasser feststehende vertikale Ebenen führen ähnliche Hin- und Herbewegungen aus für den Fall von Luftschwingungen. Die Knoten stationärer Luftwellen entsprechen den Bäuchen der Wasserwellen und umgekehrt. Wenden wir analoge Bezeichnung an für den Ausdruck der kinetischen Energie, so haben wir:

$$P = \frac{1}{\pi}\left(\frac{3}{2} - \gamma - \log\frac{\pi b}{\lambda}\right) = \frac{1}{\pi}\left(\frac{3}{2} - \gamma - \log\frac{\pi b}{4L}\right).$$

Die Korrektion für die Mündung, wie sie sich für die Bucht von Misaki berechnet, beläuft sich auf eine halbe Minute. Unter Berücksichtigung dieser Korrektion stimmt der berechnete Wert mit der thatsächlichen Periode besser überein.

Die obigen Bemerkungen scheinen ausreichend, um eine Schätzung der Grössenordnung der für die Mündung erforderlichen Korrektion zu ermöglichen.

Setzen wir

$$\eta = \Sigma A_n \sin\frac{n\pi x}{2L}\cos\frac{2n\pi t}{T},$$

so bleibt das Resultat ungeändert.

Nehmen wir andererseits an, dass das Wasser in der Bucht gezwungen sei, sich nach der Form

$$\eta = \Sigma A_n \sin\frac{n\pi x}{2L}\cos\frac{2\pi t}{T}$$

zu bewegen, so wird die Periode im Verhältnis $\frac{\Sigma n^2 A_n^2}{\Sigma A_n^2}$ verlängert.

Der Umstand, dass für die Bucht von Yamada z. B., welche einen sehr engen Hals hat, der berechnete Periodenwert weit unter dem wirklichen bleibt, scheint einigermassen erklärt durch die Annahme solcher erzwungener Schwingungen.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 24. Dezember 1904.)

1) Lord Rayleigh, Phil. Mag. (6) **8**, 484, 1904.

Sonnen-Korona und Kometen.

Von J. F. H. Schulz.

Seit geraumer Zeit werden die der Sonne sehr nahe gekommenen Kometen 1843 I, 1880 I und 1882 II als Beweis dafür citiert, dass die Dichte der Sonnenatmosphäre bereits in der Höhe von etwa 100000 km oberhalb der Photosphäre so gut wie Null sein müsse, und zwar, trotzdem die Protuberanzen sich oft weit höher erheben.

Bei den eruptiven Protuberanzen könnte man das Aufsteigen bis in diese, also eigentlich

bereits ausserhalb der Atmosphäre liegenden Regionen aus der grossen Gewalt eben der Eruptionen erklären, bei den ruhigen Protuberanzen dagegen versagt diese Begründung, und da man das Aufsteigen unter diesen Umständen auch nicht nach dem Prinzip des Auftriebs leichterer Massen in einem dichteren Medium erklären könnte, so wird elektrische, bezw. neuerdings Licht-Abstossung herangezogen, wenn nicht gar alles für optische Illusion erklärt.

Die letzte Hypothese ist unschwer zu widerlegen. Wenn wir in 5 oder mehr Minuten Abstand vom Sonnenrande eine Erscheinung beobachten, die lediglich auf Schlierenbildung in der Sonnenatmosphäre beruhen soll, so muss doch der Sitz dieser Schlierenbildung irgendwo auf der Geraden von der Erde nach dem scheinbaren Orte der Erscheinung liegen. Da nun diese Linie überall weiter von der Sonne entfernt ist, als eben im Randpunkte, und da man ferner auch nicht annehmen kann, dass Schlieren im leeren Raume auftreten können, so würde aus dieser Hypothese gerade folgen, dass die Atmosphäre noch in grösseren Höhen, als sie die zu erklärenden Protuberanzen zeigen, merklich genug ist, um die riesigsten optischen Täuschungen zu bewirken.

Die Abstossungs-Hypothesen sind nicht so einfach zu widerlegen, allerdings auch nicht zu beweisen; wir lassen sie hier auf sich beruhen.

Über die Beziehungen zwischen Korona und Kometen finden wir zunächst in Scheiner, Die Spektralanalyse der Gestirne, 1890 das Folgende:

S. 207: „Einen direkten Beweis für die geringe Dichtigkeit der Sonnenatmosphäre in Höhen, bis zu welchen die Protuberanzen emporsteigen, bieten einige Kometen der letzten Jahrzehnte, welche in ihrem Perihel diese Gegend mit ausserordentlicher Geschwindigkeit durcheilt haben. Es ist nicht die geringste Störung in der Bahn dieser Kometen beim Passieren des Perihels nachzuweisen gewesen, wie gering also muss die Menge von Materie sein, welche ein Komet, dessen Dichtigkeit auch im Kerne noch als gering zu betrachten ist, auf diesem Wege bei der grossen Geschwindigkeit getroffen hat, ohne eine merkliche Störung zu erleiden? Sie muss ganz über alle Vorstellung gering gewesen sein, und wir können uns der Erkenntnis nicht verschliessen, dass die Vorgänge innerhalb der Sonnenatmosphäre, so gewaltig sie aus der weiten Ferne erscheinen, sich nur in Massen abspielen, die im Vergleich zur Masse der ganzen Sonne absolut verschwindend sind. Im Innern des Sonnenkörpers wird die Materie ein Spielball sein zwischen unvorstellbar hohen Druck- und Temperaturverhältnissen, auf der Oberfläche werden wir die letzten Äusserungen des Kampfes in unvorstellbar geringen Dichtigkeitsgraden der Materie erkennen."

Und S. 240 lesen wir, dass der Komet 1882 II am 18. September morgens, also kurz nachdem er seine grosse Annäherung an die Sonne gehabt, ausser der Natriumlinie noch 5 andere helle Linien im Gelb und Grün gezeigt, welche als Eisenlinien identifiziert wurden.

„Es ist dies eine durchaus nicht unwahrscheinliche Beobachtung, da der Komet bekanntlich der Sonnenoberfläche bis auf wenige Tausend Meilen nahe gekommen ist, und also hier einer Erhitzung ausgesetzt war, in welcher die Metalle zu Dampf verflüchtigt werden konnten."

Ähnlich lautet es in Newcomb-Engelmann, Populäre Astronomie, 2. Auflage, 1892, S. 318 unter dem Titel: Ansichten von Professor Newcomb.

„2. Der grosse Komet von 1843 ging an der Oberfläche der Sonne in einem Abstande von 3 oder 4 Minuten vorbei, lief also mitten durch die Korona. Zur Zeit der grössten Nähe war seine Geschwindigkeit 570 km in der Sekunde, und mit nahe dieser Geschwindigkeit passierte er wenigstens 5000000 km der Korona, ohne aber nach seinem Austritte auch nur die geringste Verzögerung oder Störung erfahren zu haben. Um eine Vorstellung von dem zu erhalten, was aus ihm geworden wäre, hätte er auch nur die dünnste Atmosphäre durchkreuzt, so brauchen wir nur an die Sternschnuppen zu denken, die augenblicklich und vollständig durch die Hitze in Dampf verwandelt werden, welche durch den Widerstand unserer Erdatmosphäre in einer Höhe von etwa 100 km entsteht, also in einer Höhe, wo die Atmosphäre die Fähigkeit, das Sonnenlicht zu reflektieren, schon gänzlich verloren hat. Die Geschwindigkeit der Sternschnuppen beträgt etwa 40 bis 60 Kilometer in der Sekunde. Erinnert man sich nun, dass Widerstand und Wärme mindestens wie das Quadrat der Geschwindigkeit wachsen, was würde dann das Schicksal eines Körpers oder einer Ansammlung von Körperchen wie eines Kometen sein, der durch viele Hunderttausende von Kilometern der dünnsten Atmosphäre mit einer Geschwindigkeit von über 500 km stürzt! Und wie dünn müsste eine derartige Atmosphäre sein, wenn ein Komet nicht nur ohne Zerstörung, sondern ohne selbst das Geringste von seiner Geschwindigkeit zu verlieren, hindurchliefe! Sicherlich müsste sie gänzlich unsichtbar und überhaupt unfähig sein, irgendwelche physische Wirkung hervorzubringen". —

Fast identisch damit schreibt Arrhenius, Lehrbuch der kosmischen Physik, Leipzig 1903 auf S. 121:

„Der Druck und die Dichte in der

Sonne. — Wie unerhört gering die Masse der Korona ist, kann man daraus ersehen, dass mehrere Male Kometen tief durch die innere Korona gegangen sind, ohne dass sie merklich zurückgehalten wurden. So, um ein Beispiel anzuführen, ging der grosse Komet von 1843 dicht bei der Sonne vorbei in einem Abstand von 3—4 Minuten, lief folglich durch die dickeren Schichten der Korona, ohne die geringste merkliche Störung zu erleiden. Damit möge verglichen werden, dass die Sternschnuppen, die mit einer Geschwindigkeit von 40 bis 60 km in die Erdatmosphäre hineintreten, schon in einer Höhe von etwa 100 km ihre Bewegung gänzlich einbüssen und in Gas und Staub verwandelt werden. Da der Druck in dieser Höhe etwa 0,01 mm beträgt, so dürfte der Druck in 3—4 Minuten Höhe über der Sonne nicht mehr als höchstens die Grösse eines Tausendstel Millimeters erreichen. Man hat guten Grund anzunehmen, dass an der Basis der Korona der Druck höchstens etwa 1 mm Quecksilber beträgt." —

Absichtlich habe ich diese, sich im wesentlichen deckenden Deduktionen in vollem Wortlaute citiert, da es von grösster Wichtigkeit ist, einmal genau darzulegen, wie es vielfach mit der sachlichen Begründung der z. Zt. fast allgemein herrschenden Ansichten über die Konstitution der Sonne steht.

Die ganzen obigen Betrachtungen über die Dichte in der Korona und, was daran geknüpft wird, sind haltlos, denn:

1. Die Kometen 1843I und 1880I sind erst nach ihrem Perihel durchgang entdeckt worden, so dass wir gar nichts über ihre Bahn vor diesem Zeitpunkte wissen, bezw. ob sie im Perihel eine Störung erlitten haben oder nicht.

2. Der Komet 1882II ist allerdings bereits 10 Tage vor dem Perihel beobachtet, aber trotzdem ist auch hier kein sicherer Beweis dafür erbracht, dass keinerlei Störung infolge eines erlittenen Widerstandes eingetreten. Der geringste Abstand desselben von der Sonnenoberfläche betrug nach Kreutz übrigens ca. 460000 km, und nicht „wenige Tausend Meilen", wie Scheiner angiebt, was ein ganz wesentlicher Unterschied ist.[1])

Als Autorität für meine vorstehende Behauptung, bezw. Angaben beziehe ich mich auf Prof. H. Kreutz. In seinen Untersuchungen über das System der Kometen 1843I, 1880I und 1882II, III. Teil, Kiel 1901, sagt er S. 36:

„Selbstverständlich ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Beobachtungen, aus denen die Bahn des Kometen — 1843I — abgeleitet ist, sämtlich nach dem Perihel liegen. Ob man die so gefundene Bahn auch für diejenige halten will, mit der der Komet in das Sonnensystem eingetreten ist, hängt also wesentlich davon ab, ob man die Möglichkeit einer Störung im Perihel leugnen oder annehmen will. Im letzteren Falle würde man, wenn man nicht ganz in der Luft schwebende Hypothesen machen wollte, vor allem an eine durch den Widerstand in der Sonnenatmosphäre herbeigeführte Verminderung der enormen Perihelgeschwindigkeit zu denken haben, welche eine Verminderung der Umlaufszeit zur Folge hätte haben müssen. Wäre der Komet 1843I schon vor dem Perihel beobachtet worden, so würde die Entscheidung dieser wichtigen Frage viel leichter als bei dem Kometen 1882II gewesen sein, da hier eine nachweisbare Teilung des Kometenkerns nicht stattgefunden hat, man also auch über die Identifizierung des vor und nach dem Perihel beobachteten Kernpunktes nicht im Zweifel hätte sein können." —

Wie schwierig und in ihren Resultaten unsicher derartige Bahnbestimmungen überhaupt sind, zeigt auch der Umstand, dass für den Kometen 1843I Encke und Plantamour zunächst eine Bahn fanden, die durch den Sonnenkörper selbst ging; später galt lange Zeit als Periheldistanz von der Sonnenoberfläche in runder Zahl 300000 km, während Kreutz neuerdings wieder nur 130000 km findet.

Wenn es somit zweifellos verfehlt ist, die sonnennahen Kometen als Beweis für eine fast absolute Leere in der Korona zu citieren, so fragt es sich nunmehr, ob nicht vielleicht gerade das Gegenteil möglich wäre?

Die Kometen 1843I und 1882II sind nämlich auch dadurch interessant, dass sie in der grössten Sonnennähe einen sonst ohne Beispiel dastehenden Glanz zeigten.

Derjenige des Kometen 1882II war genügend, um ihn auf der Sternwarte am Kap am 17. September bis zur scheinbaren Berührung mit dem Sonnenrande zu verfolgen, was aber von demjenigen des Kometen 1843I noch weit übertroffen worden ist. Es leuchtet wohl ohne weiteres ein, dass es sehr viel leichter war, den vorausberechneten Lauf von 1882II zu verfolgen, als es sein musste, einen Körper, von dessen Existenz man bislang keine Kenntnis hat, unmittelbar neben dem hellstrahlenden Tagesgestirn zu entdecken, wie es bei 1843I geschehen. Da die genauere Kenntnis dieses Ereignisses wohl nur noch wenig zu finden, für unseren Gegenstand aber von Wichtigkeit ist, führe ich an, was sich in Mädlers Populäre Astronomie, 1852 auf S. 346 und 347 darüber findet:

1) Komet 1843I ging durchs Perihel am 27. Februar, wurde entdeckt am 28. Februar. Komet 1880I ging durchs Perihel am 27. Januar, wurde entdeckt am 1. Februar, beobachtet vom 5. Februar ab. Komet 1882II ging durch das Perihel am 17. September, ward beobachtet vom 7. September ab.

„Er ward am 28. Februar am hellen Tage an vielen Orten gleichzeitig entdeckt. Zu Parma sah man, wenn man sich in den Schatten einer Mauer stellte, einen Schweif von 4—5° Länge. Amici in Bologna fand ihn zu Mittag 1°23′ vom Centrum der Sonne östlich. Nach Osten zu erschien sein Schweif wie ein Rauch. In Mexiko sah man ihn um 11 Uhr nahe bei der Sonne, mit einem südlich gerichteten Schweife. In den Minen von Calvo beobachtete ihn Bowring von 9 Uhr bis gegen Sonnenuntergang, und fand um $4^h 12^m$ seinen Abstand von der Sonne = 3° 53′ 20″, seinen Schweif aber 34′ lang. Auch zu Portland in Nordamerika ward er von Clarke mit freiem Auge und am hellen Tage, nahe östlich bei der Sonne beobachtet."

„Dieser beispiellose Glanz des in so vieler Hinsicht merkwürdigen Kometen scheint nur an diesem einen Tage stattgefunden zu haben, denn die folgenden Beobachter — Darlu am 1., Wilken am 4., Decous am 5., Coldecott seit dem 6. März — sprechen von keiner Tagesbeobachtung, sondern sahen den mächtigen Schweif des Kometen nach Sonnenuntergang. — — — — — Sein Glanz nahm schnell ab, und nach der ersten Aprilwoche verschwand er allen Beobachtern. An vielen Orten sah man nur den Schweif, der 50—60° lang war, und eine Krümmung gegen S. zeigte, während der Kopf unter dem Horizonte blieb, oder in den Sonnenstrahlen verborgen war."

— — — — —

„War es Folge der ungemeinen Sonnennähe, dass der Komet 24 Stunden hernach einen Glanz entfaltete, wie ihn ausser der Sonne noch nie ein Weltkörper gezeigt hat? Und wie soll man es sich erklären, dass 2 Wochen später sein Kopf so unscheinbar und matt war, als hätte er — nach Bessels Ausdrucke — seine ganze Kraft in seinem Haarwuchse aufgeopfert?" —

Der Komet hat also am Vormittage des 28. Februar, das ist innerhalb 12 Stunden nach dem Perihel (T = 1843 Februar 27,46 M. Z. Berlin), eine ganz enorme Lichtentwicklung gezeigt, die aber bereits an diesem Tage auch wieder ihr Ende fand.

Was kann der Grund hiervon gewesen sein? Ebenso wie bei dem Kometen 1882 II das Auftreten von Eisendampf am Tage des Perihels?

Das Nächstliegende ist es, an die unzweifelhaft sehr grosse Wärmestrahlung der Sonne zu denken. Aber, warum ist dann der Komet 1843 I nicht bereits früher sichtbar geworden, und nicht auch noch über den 28. Februar hinaus annähernd in gleicher oder ähnlicher Helligkeit verblieben? Seine Entfernung von der Sonne vergrösserte sich freilich rasch, aber in so bedeutender Nähe, wo die Winkelgrösse der Sonne für den Kometen ganz gewaltig, nimmt die Intensität der Strahlung viel langsamer ab, als in grösseren Abständen. Die Durchwärmung des Kometen nur infolge von Bestrahlung würde immer eine gewisse Zeit erfordern, und das Maximum derselben daher eine Verspätung zeigen gegenüber dem Zeitpunkte der Maximum-Bestrahlung.

Wesentlich anders liegt die Sache, wenn wir den enormen Glanz und die Entwickelung von Eisendampf unmittelbar beim Perihel als eine Folge von Reibungs-Widerstand und damit verbundener grosser Wärmeentwicklung auffassen.

Dann konnte die Helligkeit und die Eisendampfentwicklung erst unmittelbar beim Periheldurchgange, nämlich beim Eintritt in hinreichend dichte Schichten der Korona, beginnen und musste mit dem Widerauftritte aus denselben auch schnell wieder verblassen, ganz ähnlich wie ein Meteor beim Eintritt in die Erdatmosphäre erglüht und alsbald wieder erlischt.

Newcomb und Arrhenius meinen, dass, wenn die Sonnenatmosphäre einen nennenswerten Widerstand geleistet hätte, die Kometen vollständig dadurch vernichtet sein müssten, gleichwie die Sternschnuppen in 100 km Höhe vollständig in Gas und Staub verwandelt würden. Dies letztere ist keineswegs buchstäblich richtig. Es gilt wohl im allgemeinen für die eigentlichen „Sternschnuppen", deren Masse deshalb auch für nur sehr gering gehalten wird (Arrhenius nimmt S. 212 im Durchschnitt 5 Gramm dafür an), aber recht häufig gelangen doch Meteorite bis auf den Erdboden, und zwar von winzig kleinen bis zu recht beträchtlichen Massen, wie Arrhenius es S. 211—220 ausführlich bespricht.

Dabei erwähnt er auch, dass die Höhen des Erlöschens herabgehen bis zu etwa 20 km, während das Aufleuchten nach Schiaparelli und Liais gelegentlich bereits in 300—400 km Höhe stattfindet. Die Höhe der Erdatmosphäre ergiebt sich hieraus viel grösser, als sie aus der kinetischen Gastheorie folgt — nämlich etwa 12—13 km — und daher ist es auch nicht richtig, die mögliche Höhe der Sonnenatmosphäre lediglich aus der kinetischen Gastheorie zu berechnen. Gerade bei der Sonnenatmosphäre ist mit Notwendigkeit auf eine viel grössere Höhenerstreckung zu schliessen, wie ich es bereits 1887 gezeigt habe.

Newcomb hat vielleicht recht darin, dass der Widerstand stärker wie die 2. Potenz der Geschwindigkeit wächst, wenn gleich andere, wie s. Zt. Sir C. W. Siemens, dies für grosse Körper nicht gelten lassen wollen. Er übersieht dagegen, dass es nicht nachgewiesen ist, jeder Komet bestehe nur aus einem Sternschnuppenschwarme.

Arrhenius erwähnt nur diese Hypothese, während Young im Manual of Astronomy, 1902, die Frage eingehender behandelt. S. 440 sagt er:

„As to the size of the particles, opinions vary widely: some maintain, that they are large rocks; Prof. Newton calls a comet a „gravel bank"; others think it a mere „dusk cloud" or a „smoke wreath", nachdem er S. 435 bereits geäussert:

„— — —; but in mass they are „airy nothings", and one of the smaller asteroids probably rivals the largest of them in weight."

Über die Asteroiden aber heisst es S. 375:

„the smaller ones, such as those wich are now being discovered — — — — cannot be more than 10 or 15 miles in diameter, — mere „mountais broke loose", with a surface area, no more extensive than some western farms."

Natürlich ist es möglich, dass manche, oder vielleicht selbst die meisten Kometen lediglich aus einem Sternschnuppenschwarme bestehen, aber ebenso möglich ist es, dass der Kern anderer Kometen, und daher auch vielleicht der von 1843I, 1880I und 1882II, im wesentlichen ein solider Körper von 10—100 km Durchmesser ist. Nun nimmt die lebendige Kraft eines bewegten Körpers proportional seiner Masse, diese aber wie die 3. Potenz des Durchmessers zu, während der Widerstand nur mit dem Querschnitt nach der 2. Potenz des Durchmessers wächst.

Demgemäss muss es als wohlverständlich bezeichnet werden, dass ein relativ bedeutender, solider Kometenkern die Korona passiert, ohne dabei vernichtet zu werden, wenngleich Wärme- und Lichtentwickelung in hohem Grade stattfindet, genau so, wie es bei den besprochenen Kometen augenscheinlich der Fall war.

Sollte ein ähnlicher Fall, wie 1843, eintreten, so würden möglichst zahlreiche, zuverlässige Helligkeitsmessungen, bezw. Schätzungen von grosser Wichtigkeit sein, worauf hier noch besonders hingewiesen sei.

(Eingegangen 28. Dezember 1904.)

BESPRECHUNGEN.

Neuere Litteratur über Radium und Radioaktivität.

Die Litteratur über Radium und Radioaktivität ist noch weiterhin in lebhafter Entwicklung begriffen. Von besonderem Interesse ist das Erscheinen einer deutschen Ausgabe von Soddys „Radioactivity". Die deutsche Ausgabe hat den Titel:

Soddy, Freder., Die Radioaktivität, vom Standpunkt der Desaggregationstheorie elementar dargestellt. Unter Mitwirkung von L. F. Guttmann übersetzt von G. Siebert. gr. 8. XII u. 216 S. mit 38 Abbildungen im Text und 1 Tafel. Leipzig, J. Ambr. Barth. 1904. M. 5,60, gebunden M. 6,40.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass wir hier eine vorzügliche Darstellung des bisher von den radioaktiven Substanzen bekannten Thatsachenmateriales und der daran zu knüpfenden Betrachtungen zu thun haben. Es bedarf also nur des Hinweises darauf, dass wir hier Soddys Werk in bequemerer Weise zugänglich erhalten und zwar in einer Übertragung, welche weder in Bezug auf Genauigkeit noch auf Form etwas zu wünschen übrig lässt.

Leider scheint sich für die vorzügliche Bearbeitung des Gegenstandes von

Rutherford, E., Radioactivity. gr. 8. VIII u. 399 S. mit Figuren im Text. Cambridge. The University Press (London: J. C. Clay and Sons and H. K. Lewis) 1904. Gebunden 10 sh. 6 d.

noch kein Übersetzer gefunden zu haben; bis dahin seien also die Leser der Zeitschrift auf das angelegentlichste auf das Original selbst hingewiesen, dessen Vorzüge kaum beleuchtet zu werden brauchen, da Rutherford durch seine hervorragenden Arbeiten ohne jeden Zweifel zu den einflussreichsten Forschern auf radioaktivem Gebiete gerechnet werden muss.

Auch das schon früher (5, 474, 1904) erwähnte Werkchen von P. Besson ist in vorzüglicher Übersetzung erschienen.

Besson, Paul, Das Radium und die Radioaktivität. Allgemeine Eigenschaften und ärztliche Anwendungen. Autorisierte deutsche Ausgabe von W. von Rüdiger. Mit einem Vorwort von A. Exner. gr. 8. VIII u. 115 S. mit Textabbildungen. Leipzig, Joh. Ambr. Barth. 1905. M. 3,60. Gebunden M. 4,20.

Das Werkchen wendet sich in erster Linie an einen ärztlichen Leserkreis, und es dürfte in der That den radioaktiven Substanzen in therapeutischer Hinsicht noch eine grosse Zukunft beschieden sein.

Auch eine monatlich erscheinende Zeitschrift, die in Frankreich herausgegeben wird, verdient hier erwähnt zu werden:

Le Radium. (Das Radium.) La Radioactivité et les Radiations — les Sciences qui s'y rattachent et leurs applications.

Die Leitung dieser Zeitschrift liegt in den Händen der Herren: d'Arsonval, H. Becquerel, Beclere, R. Blondlot, Ch. Bouchard, P. Curie, Danisz, Debierne, Ch. Fery, Finsen, Ch. E. Guillaume, Oudin, Rubens und Rutherford. Als Redakteur fungiert Herr J. Danne, Assistent von Herrn Curie. In den bisher erschienenen Nummern befinden sich namentlich eine Reihe vorzüglich geschriebener zusammenfassender Darstellungen aus dem Gebiete der Radioaktivität.

Einen sehr hübschen populären Beitrag zur Radiumlitteratur liefert B. Donath in seiner Schrift:

Donath, B., Radium. Vortrag gehalten in der Urania. (Sammlung populärer Schriften, Nr. 58.) [Sonderabdruck aus „Himmel und Erde".] Lex. 8. 24 S. mit 24 Abbildungen. Berlin, Hermann Paetel. 1904. M. 1,—.

Weniger als wichtige Neuigkeit als ein Zeichen für die Allgemeinheit des Interesses, welches den wunderbaren Erscheinungen der Radioaktivität entgegengebracht wird, mag erwähnt werden, dass das auch schon früher (5, 474, 1904) besprochene Werk:

Mayer, Hans, Die neueren Strahlungen, Kathoden-, Kanal-, Röntgenstrahlen und die radioaktive Selbststrahlung (Becquerelstrahlen). gr. 8. M.-Ostrau, R. Papauschek. M. 1,50,

in zweiter unveränderter Auflage erschienen ist. Dieses eine möglichst populäre Darstellung des Gegenstandes anstrebende Werkchen muss also wohl den Anforderungen eines grösseren Publikums an eine Einführung in den aktuellen Gegenstand genügt haben. Dass dieser Erfolg wesentlich ein Beweis für eine besondere durchgreifende sachliche Befähigung des Verfassers ist, glaubt der Referent leider anzweifeln zu müssen, weil derselbe Verfasser sich zu der Herausgabe eines zweiten Heftchens veranlasst gesehen hat, das Blondlots N-Strahlen zum Gegenstande hat. Der Referent sieht sich leider genötigt, zu bekennen, dass dieses Heft ihm an Kritiklosigkeit das Menschenmöglichste zu leisten scheint und zwar trotz der Verwahrung in der Vorrede. Es wird in

Mayer, Hans, Blondlots N-Strahlen, nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung bearbeitet und im Zusammenhange dargestellt. gr. 8. 39 S. M.-Ostrau, R. Papauschek. 1904. M. 1,—,

mit anerkennenswerter Vollständigkeit alles aufgezählt, was Blondlot und seine Schüler gefunden zu haben angeben. Dass der Entdecker all dieser Merkwürdigkeiten sich veranlasst sieht, seine Resultate in Buchform zusammenzufassen (R. Blondlot, Rayons N, besprochen diese Zeitschr. 5, 560, 1904), ist ihm gewiss nicht zu verdenken, aber dass sich zur Zeit ein unbeteiligter Forscher findet, der ohne eingehende Kritik zu üben, oder auch nur die entgegengesetzten Resultate mit gleicher Vollständigkeit aufzuzählen, nur einseitig aufführt „nach dem gegenwärtigen Stande der Forschung" (!), was doch nach jeder Seite hin der Klärung und Bestätigung bedarf, dass scheint dem Referenten denn doch an den Optimismus derer zu grenzen, die einst, in dem Od des Freiherrn von Reichenbach u. s. w. eine wichtige Erweiterung unserer physikalischen Kenntnisse sahen, und kann nur aufs höchste bedauert werden.

Leider bemächtigen sich nunmehr auch schon naturwissenschaftliche Phantasten schlimmster Art, die ja leider nie alle werden, der Erscheinungen der Radioaktivität, um in aller Eile ein paar Welträtsel zu lösen. Das beweist eine Schrift, deren Verfasser sich leider auf dem Titelblatt Dr. phil. nennen darf:

Ziegler, I. H., Die wahre (!) Ursache der hellen (!) Licht- (!) Strahlung des Radiums. gr. 8. 54 S. Zweite (!), verbesserte (!) Auflage. Zürich, Kommissionsverlag Art. Institut Orell Füssli. 1905. M. 1,50.

Nachdem der Verfasser dieses Machwerkes dem Leser zunächst „die Brillengläser der Grundanschauungen geputzt" hat, wobei natürlich nichts übrig bleibt als die Theorie des Verfassers selbst, läuft die Erörterung der Radiumphänomene auf ein konfuses Gemisch phantastischer Vorstellungen hinaus, aus dem schliesslich Dornröschen, Luzifer, unbefleckte Empfängnis und ähnliche zum Thema gehörige Dinge als Schlagworte hervorleuchten.

Nicht ganz so schlimm wie das vorige, da von ehrlichstem Streben zeugend, aber doch total ungeniessbar vom Standpunkte objektiven Denkens ist die Leistung von

Beckenhaupt, C., Die Urkraft im Radium und die Sichtbarkeit der Kraftzustände. gr. 8. 39 S. Heidelberg, C. Winters Univ.-Buchh. 1904. M. 1,—.

Der Verfasser behandelt hier ausser der Radioaktivität optische Versuche, deren Auffassung ihm zu Bedenken gegen die wissenschaftlichen Vorstellungen Anlass giebt.

E. Bose.

(Eingegangen 5. Januar 1905.)

Mrs. H. Ayrton, the electric arc. XXV u. 479 S. London.

Berth. Monasch, Der elektrische Lichtbogen bei Gleichstrom und Wechselstrom und seine Anwendungen. gr. 8. XI u. 288 S.

mit 141 Figuren. Berlin, J. Springer. 1904. Gebunden in Leinen M. 9,—.

H. Birrenbach, Theorie und Anwendung des elektrischen Bogenlichtes. gr. 8. VIII u. 350 S. mit 266 Abbildungen. Hannover, Gebr. Jänecke. 1903. Gebunden in Leinen M. 9,—.

J. Bing, Der elektrische Lichtbogen. (Technische Abhandlungen aus Wissenschaft und Praxis. 7. Heft.) Zürich, A. Raustein. 1905. M. 2,40.

W. B. v. Czudnochowski, Das elektrische Bogenlicht. Seine Entwicklung und seine physikalischen Grundlagen. In etwa 6 Lieferungen. Lex.-8. 1. Lieferung. VIII u. 98 S. mit 14 Abbildungen u. 42 Tabellen. Leipzig, S. Hirzel. 1904. M. 3,—.

Das Interesse an dem Lichtbogen war in technischen Kreisen im Hinblick auf die Bogenlampen immer wach. In neuerer Zeit ist es aber auch in Physikerkreisen wieder lebhafter erweckt, seit das Problem der Elektrizitätsleitung in Gasen in den Vordergrund gerückt ist, und die letzten Jahre haben für die Physik des Lichtbogens sehr wertvolle Arbeiten in der physikalischen Litteratur hervorgebracht.

So sind denn auch dem Physiker die Bücher willkommen, die über das grosse Material berichten, das über den Lichtbogen im Laufe der 100 Jahre seines Lebens herbeigeschafft worden ist.

Das Werk von Frau Ayrton darf in gewisser Hinsicht als ein klassisches gelten, denn die Verf. gehört mit zu den fleissigsten Bearbeitern des Gebietes. Indessen muss ich gestehen, dass Frau Ayrton nicht versteht, ihren Stoff annehmbar darzustellen; das Buch zu lesen ist qualvoll, es ist ein Sammelwerk, eine Art Beobachtungs- und Litteraturjournal, keine Monographie; und so zahlreich und wertvoll die mitgeteilten neuen Beobachtungen neben den Referaten über die ältere Litteratur sind, so vermisst man doch allenthalben die wissenschaftlichen Leitmotive und die grossen prinzipiellen Ergebnisse. Als Nachschlagewerk über die ältere Litteratur und über Frau Ayrtons eigene Untersuchungen bleibt das Buch immer wertvoll, aber die Wissenschaft vom Lichtbogen enthält es nicht, höchstens das Wissen von ihm bis zum Zeitpunkte der Veröffentlichung, also etwa 1896.

Auch das Buch von Monasch hat dieses hohe Ziel nicht gesucht. Dagegen hat es vor dem Ayrtonschen die gut durchdachte, klare Disposition voraus, unter der es das ganze Wissen vom Lichtbogen gruppiert. Da es jünger ist, hat es auch die neueren Arbeiten noch berücksichtigt, auch hat der Verf. selbst an der Untersuchung des Hochspannungswechselstromlichtbogens mitgearbeitet. Im Gegensatz zu Frau Ayrton weiss Herr Monasch auch wohl zu unterscheiden zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem und nie verliert er sich in Weitschweifigkeiten. So ist eine recht brauchbare Darstellung des Gebietes gewonnen. Die technischen Anwendungen sind in der gleichen knappen und klaren Form gewürdigt, wie die theoretischen Grundlagen. Ein besonderes, grosses Kapitel ist der Bogenlampe gewidmet. Der Physiker kommt allerdings nicht zu seinem Rechte, wenn er über das Wesen des Lichtbogens etwas erfahren möchte. Mit den neueren Anschauungen über Gasentladungen hat sich der Verf. nicht ins Benehmen gesetzt und begeht gegen sie manche Verstösse. Indessen soll dies nur als der Schatten des Lichtes hervorgehoben sein, das das Buch sonst giebt.

Ganz auf die äussere Technik des Bogenlichtes beschränkt sich das Buch von Birrenbach. Man findet da dem physikalischen Teil des Lichtbogens nur wenige Seiten gewidmet, ein grosses Kapitel über Photometrie, aber ein sehr grosses über alle möglichen Bogenlampenkonstruktionen. Dann kleinere Kapitel über Schaltung der Bogenlampen, über Nebenapparate und über Anwendung der Bogenlampen, wo auch die Scheinwerfer behandelt werden.

Das Büchelchen von Bing macht auf Originalität keinen Anspruch. Es ist etwa ein kurzer Extrakt aus dem Monaschschen Buche, als solcher aber geschickt zusammengestellt, und als einführende Übersicht gut brauchbar.

Zu diesen kürzeren Darstellungen gesellt sich nun aus dem Hirzelschen Verlag als grosses Sammelwerk das Buch von Czudnochowski, von dem erst die erste Lieferung vorliegt. Hier scheint uns ein vortreffliches Handbuch geboten zu werden, in dem man alles finden soll, was mit der Physik und Technik des Lichtbogens zusammenhängt. Mit der ersten Lieferung holt der Verf. über Strahlung und Strahlungsgesetze im allgemeinen und über Lichtbogenstrahlung im besonderen aus. Etwas mehr Gliederung des Textes und Markierung durch Überschriften würde die Lesbarkeit sehr erhöhen, so hervorragend sonst die Ausstattung ist.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 25. November 1904.)

Max Möller, Orientierung nach dem Schatten. Studien über eine Touristenregel. Mit 30 Figuren in Holzschnitt. Wien, Verlag von A. Holder. 1905. Preis M. 3,50.

Es handelt sich um die folgende Regel: Hält man eine, Ortszeit angebende Taschenuhr

so, dass der Schatten eines vertikalen Stabes längs des Stundenzeigers nach dessen Drehachse fällt, so wird der Winkel zwischen der XII und dem Stundenzeiger vom Meridian halbiert. Die Regel ist natürlich nur dann streng richtig, wenn das Azimut der Sonne und ihr Stundenwinkel zusammenfallen. Verf. entwickelt klar und leichtverständlich, aber vielleicht etwas zu ausführlich die astronomischen Grundlagen dieser Regel. Der Orientierungsfehler, der durch Vernachlässigung der Differenz zwischen Azimut und Stundenwinkel der Sonne entsteht, wird in seiner Abhängigkeit von Polhöhe, Deklination der Sonne und Tageszeit dargestellt und durch zahlreiche Zahlenbeispiele erläutert. Hieran schliesst sich eine eingehende Diskussion der Kurven gleicher Fehlerwerte und der Schattenumkehr, die bei vertikalen schattenwerfenden Gegenständen natürlich nur innerhalb der Wendekreise beobachtet werden kann. Von praktischer Bedeutung ist das Resultat, dass die der Methode anhaftenden Mängel zuweilen grösser werden können als die Beobachtungsfehler, allerdings in den extremen Fällen; bei geringen Ansprüchen auf Genauigkeit ist aber jede Taschenuhr nach dieser Regel als Kompass zu verwenden.

E. Przybyllok.

(Eingegangen 10. Dezember 1904.)

Schule der Pharmazie. Herausgegeben von J. Holfert †, H. Thoms u. a. III. Physikalischer Teil. Bearbeitet von K. F. Jordan. 3., vermehrte und verbesserte Auflage. gr. 8. 284 S. mit 145 Abbildungen im Text. Julius Springer. 1905. Gebunden M. 4,—.

Die vorliegende Physik für Pharmazeuten fordert leider in vieler Hinsicht die Kritik des Referenten heraus, doch möge ein kurzer Hinweis auf einige besonders in die Augen springende Punkte genügen. Bei der Behandlung der Wage, die doch sicherlich für den Pharmazeuten ein wichtiges Instrument ist, wird der leider auch sonst noch oft vorkommende Fehler gemacht, dass ein möglichst langer Wagebalken als vorteilhaft bezeichnet wird. Der Gebrauch der modernen kurzarmigen Wagen ist doch allmählich so verbreitet, dass das nicht mehr vorkommen sollte. Zu der unmodernen Abbildung einer Analysewage passt ausgezeichnet die geradezu unglaubliche Form einer Dynamomaschine, welche Seite 261 abgebildet ist. Der Dühringschen Gasgleichung wird eine mehr als eine Seite umfassende Behandlung zuteil, während die van der Waalsche Gleichung in zehn Zeilen abgethan wird. Auch an anderen Stellen tritt des öfteren eine kritiklose Vorliebe für Dühring zu Tage. Auf Seite 192 werden die Begriffe spezifische Wärme und Wärmeleitfähigkeit miteinander verwechselt. Das möge genügen, um zu begründen, dass der Referent dem Buche keine besondere Empfehlung mit auf den Weg geben kann.

E. Bose.

(Eingegangen 12. Dezember 1904.)

Pécheux, H., Traité théorique et pratique d'Électricité. A l'usage des élèves des écoles d'arts et métiers, des candidats à l'école supérieure d'électricité et a la licence (certificat de physique industrielle). Avec notes additionnelles de J. Blondin et E. Néculcea. Préface de J. Violle, Membre de l'Institut. gr. 8. XX u. 719 S. mit 789 Figuren im Text. Paris, Ch. Delagrave. 1904.

Das im grossen und ganzen seiner Aufgabe gut gerecht werdende Buch ist namentlich für die Schüler der Écoles nationales d'arts et métiers bestimmt, weist aber leider eine ziemlich ungleichmässige Behandlung in seinen einzelnen Teilen auf. Während sich stellenweise ziemlich in die Tiefe gehende theoretische Erörterungen vorfinden, auch über Gegenstände von mehr oder weniger problematischem Wert, fehlt andererseits die Theorie fast gänzlich an manchen Punkten, wo sie recht wünschenswert gewesen wäre. Besonders lassen die elektrochemischen Teile des Werkes den ungewöhnlichen Tiefstand der theoretischen Elektrochemie in Frankreich erkennen.

E. Bose.

(Eingegangen 12. Dezember 1904.)

F. Dessauer, Röntgenologisches Hilfsbuch. Eine Sammlung von Aufsätzen über die Grundlagen und die wichtigsten Hilfsmethoden des Röntgenverfahrens. Mit einem Anhang über Radioaktivität. Band I. gr. 8. 136 S. mit 33 Abbildgn. Würzburg, A. Stuber. 1905. M. 3,50. Gebunden M. 4,20.

Der Verfasser druckt in dem vorliegenden Sammelheft acht Aufsätze ab, welche an anderer Stelle erschienen sind und verschiedene Gegenstände der Technik der Röntgenstrahlen behandeln. Die recht flott geschriebenen Aufsätze sind zum Teil reichlich polemischen Inhalts. Als Anhang schliesst sich denselben eine Abhandlung „über Radioaktivität und Naturanschauung" an. Der Referent muss offen gestehen, dass er das Wort „Röntgenologisch" abscheulich findet, doch ist dessen Bildung wohl kaum dem Verfasser zuzuschreiben. Übrigens sollte ein so eifriger Arbeiter auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen den Namen Wiechert nicht konsequent ohne

das erste e schreiben, auch sonst finden sich zahlreiche, zum Teil sinnentstellende Druckfehler. Der Anhang enthält übrigens auch einige sachliche Unrichtigkeiten. E. Bose.

(Eingegangen 12. Dezember 1904.)

Henri Abraham, Recueil d'expériences élémentaires de physique. II. (Sammlung einfacher physikalischer Demonstrationen. II.) Publié avec la collaboration de nombreux physiciens. Seconde Partie[1]): Acoustique, Optique, Électricité et magnétisme. Paris, Gauthier-Villars. 1904.

Der erste Teil dieses vorzüglichen Werkes ist schon Band 5, S. 216 eingehend gewürdigt worden. Es bedarf daher hier nur eines kurzen Hinweises und der Mitteilung, dass der vorliegende zweite Teil, der den Schluss des Werkes bildet, sich dem ersten in jeder Hinsicht würdig anreiht. Eine Fülle vorzüglich ausgewählter Demonstrationsexperimente wird hier in einer Weise beschrieben, welche dem Leser die Ausführung mit den einfachsten Mitteln und in der einfachsten Weise ermöglicht. Dem Lehrer höherer Schulen wird hier eine reiche Fülle von Anregung geboten, zumal überall theoretische Anknüpfungspunkte gegeben werden.

1) I. Teil, diese Zeitschr. 5, 216, 1904.

E. Bose.

(Eingegangen 12. Dezember 1904.)

La Correspondance de A. Volta et M. van Marum. Herausgegeben von J. Bosscha. Lex. 8. XX u. 203 S. mit Abbildungen im Text. Leiden, A. W. Sijthoff. 1905. M. 7,—.

Ein überaus interessantes Kapitel der Geschichte der Physik entrollt sich vor den Augen des Lesers dieses Briefwechsels. Van Marum, der Direktor des berühmten Teyler-Museums zu Harlem, war einer der bedeutendsten Experimentatoren seiner Zeit, dessen Bedeutung vielleicht noch nicht immer genügend gewürdigt wird. Er stand mit fast allen berühmten Physikern und Chemikern seiner Zeit in regem Briefwechsel, so auch mit dem genialen Experimentator und Begründer der Kontakttheorie des Galvanismus, Alessandro Volta. Leider sind nur verhältnismässig wenige Briefe zwischen diesen beiden Männern erhalten, die teils im Besitze der Société hollandaise des Sciences zu Harlem, teils im Besitze des R. Istituto Lombardo zu Mailand sich befinden. Alles, was man gefunden hat, ist im vorliegenden Bande veröffentlicht, und zwar in einer sehr glücklichen Form, insofern durch vielseitige Bemerkungen und Nachweise die Lücken im Briefwechsel nach Möglichkeit ausgefüllt sind und der Leser alle nur wünschenswerten Ergänzungen für den vollen Genuss an der Lektüre vorfindet. Ein Faksimile eines Briefes von Volta, sowie Wiedergaben zahlreicher Figuren bilden einen Teil der vorzüglichen Ausstattung dieses interessanten Briefwechsels, dessen Lektüre allen für die Geschichte des Galvanismus sich Interessierenden aufs angelegentlichste empfohlen sei.

E. Bose.

(Eingegangen 12. Dezember 1904.)

L. Lorenz, Oeuvres scientifiques. (Wissenschaftliche Arbeiten). Revues et annotées par H. Valentiner. Publiées aux frais de la Fondation Carlsberg. Zwei Bände. Kopenhagen, Lehmann u. Stage. 1896—1904.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der „Carlsbergfond" sich ein grosses Verdienst erwirbt durch die Herausgabe der Werke des dänischen Physikers Ludwig Valentin Lorenz. Die wissenschaftlichen Arbeiten dieses geistvollen und originellen Forschers, der wie sein norwegischer Kollege Bjerknes wesentlich Autodidakt ist und demgemäss wie dieser auch in seinen Arbeiten durchweg seine eigenen Pfade wandelt, waren bisher völlig zerstreut und in ihrer Allgemeinheit nur schwer zugänglich. Einige von ihnen nur sind in Poggendorffs und Wiedemanns Annalen erschienen, einzelne im „Philosophical Magazine", im „Journal de physique", in „Crelles Journal" u. s. w., die meisten dagegen nur in skandinavischen Zeitschriften, „Videnskabernes Selskabs Skrifter" Kopenhagen u. s. w.

Ludwig Valentin Lorenz vereinigte in sich in bemerkenswerter Weise mathematische und experimentelle Begabung, und wenn auch die Mehrzahl seiner Arbeiten vorwiegend mathematisch-physikalischen Inhalts sind, so möchte doch hervorragendere Bedeutung vielleicht seinen experimentellen Arbeiten gebühren, in denen sich seine praktische Befähigung ganz besonders bewährt. So ist Lorenz wohl der Erste gewesen, der das Telephon zu Messzwecken anwendete und vieles andere. Näher hierauf einzugehen oder seine theoretischen Arbeiten hier näher zu würdigen, die, obgleich für die Lichttheorie, auf welche sie sich zumeist beziehen, ohne wesentlichen Einfluss geblieben, doch eine Fülle des Interessanten bieten, würde hier der Platz fehlen.

Wenn der Referent etwas anders gewünscht hätte an dieser gewiss schönen und namentlich vorzüglich durch Anmerkungen ausgestatteten Ausgabe, so wäre es das gewesen, dass man wohl vorteilhafter ohne Rücksicht auf die Einheitlichkeit der Sprache, die englischen und deutschen Arbeiten im Texte des Originals hätte wiedergeben sollen, statt sie ins Französische zu übertragen, und dass man bei jeder

Arbeit ausser der Quellenangabe auch das Jahr des Erscheinens hätte angeben sollen. Das sind aber Nebensächlichkeiten, welche natürlich den Wert des Ganzen nicht im geringsten beeinträchtigen.

Im zweiten Bande findet man übrigens auch eine Lebensbeschreibung des eigenartigen Mannes, der neben angestrengtester Berufsthätigkeit seinen wissenschaftlichen Arbeiten lebte und erst in seinem letzten, leider zu kurzen Lebensabschnitt sich völlig seiner Wissenschaft widmen konnte, als ihm die Leitung des Carlsbergfond eine unabhängige Stellung schuf. E. Bose.

L. Boltzmann, Vorlesungen über die Prinzipe der Mechanik. II. Teil: Die Wirkungsprinzipe, die Lagrangeschen Gleichungen und deren Anwendungen. gr. 8. X u. 336 S. mit 10 Figuren. Leipzig, J. A. Barth. 1904. M. 9,—. Gebunden in Leinen M. 10,—.

Der I. Teil war einer streng logischen Darstellung der Grundgesetze der Mechanik gewidmet. Auf dem dort gewonnenen Fundament wird in dem nun vorliegenden II. Teil das ganze Gebäude der analyt. Mechanik errichtet. Den Anfang bildet die Aufstellung der Lagrangeschen Gleichungen, aus denen sich dann die verschiedenen Rotationsgleichungen des starren Körpers ergeben. Des nähern werden die kräftefreie Rotation und Spezialfälle der Kreiselbewegung untersucht. Darauf wendet sich der Verf. den Variationsprinzipen zu. Die einzelnen Arten der Variation der Bewegung erfahren hier eine eingehende und vollständige Diskussion. Daneben haben die modifizierten Lagrangeschen Gleichungen für nicht holonome Koordinaten Platz gefunden. Ein besonderer Abschnitt beschäftigt sich mit den allgemeinen phys. Anwendungen des Wirkungsprinzips, und gerade durch die Besprechung dieser Dinge zeichnet sich die vorliegende Darstellung der Mechanik den anderen gegenüber aus. Da begegnet man u. a. den mechan. Analogien des II. Hauptsatzes, der Theorie der Cykeln, und einer Reihe Helmholtzscher Betrachtungen, die bisher nur in seinen Originalarbeiten zu finden waren. Nunmehr folgt erst die Entwicklung der Jacobi-Hamiltonschen Methoden, und deren Anwendung auf die Krümmungslinien des Ellipsoides, Attraktion nach zwei fixen Centren, und die Planetenstörungen. Der letzte Abschnitt endlich behandelt die Relativbewegung. Auch in diesem II. Teile hat der Verf. vielfach zu den erkenntnistheoretischen auf die Mechanik und ihre Grundlagen zielenden Betrachtungen Stellung genommen. Herglotz.

(Eingegangen 16. Dezember 1904.)

Barth, Friedr., Die Maschinenelemente. Kurzgefasstes Lehrbuch mit Beispielen für das Selbststudium und den praktischen Gebrauch. (Sammlung Göschen 3. Bändchen.) kl. 8°. 155 S. mit 86 Figuren. Leipzig, G. J. Göschen. 1904. Gebunden in Leinen M. —,80.

In dem Büchlein wird einleitend die technische Festigkeitslehre kurz behandelt. Daran schliessen sich übersichtliche Tabellen der Festigkeitskoeffizienten aller wichtigen Konstruktionsmaterialien. In den weiteren Abschnitten werden dann der Reihe nach die konstruktiv durchzubildenden Maschinenteile, die „Maschinenelemente", kurz und allgemein verständlich behandelt. Der im Titel genannte Zweck wird so gut erreicht. H. Hort.

Musil, A., Bau der Dampfturbinen. 8. 233 S. mit zahlreichen Abbildungen im Text. Leipzig, B. G. Teubner. 1904. Gebunden in Leinen M. 8,—.

Der Verfasser, bekannt in der Technik durch das Buch: „Musil-Ewing, Wärmekraftmaschinen", giebt einleitend eine kurze Geschichte, Litteraturübersicht und prinzipielle Einteilung der Dampfturbinen. Daran schliesst sich die Behandlung der Dampfströmung, des eigentlich kritischen Punktes bei der Turbine. Eingehend sind dann die verschiedenen, z. Z. gebauten Turbinensysteme behandelt nach Wirkungsweise des Dampfes, konstruktiver Durchbildung und Wirtschaftlichkeit des Betriebes (Dampfverbrauch pro Leistungseinheit). H. Hort.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es habilitierten sich: Dr. Heinrich Wieland für Chemie an der Universität in München. Dr. A. Marx für das Lehrfach „Heizung und Lüftung der Räume" an der Technischen Hochschule zu Berlin.

Es wurden ernannt: Dr. Karl Stöckl a. o. Professor für Physik und Mathematik am Lyceum Passau. Der bisherige ordentliche Professor der Chemie an der Kieler Universität, Geh. Regierungsrat Dr. phil. Ludwig Claisen, zum ordentlichen Honorarprofessor in der philosophischen Fakultät der Berliner Universität.

Dem Geh. Reg.-Rat Dr. Hans Landolt, ord. Professor in der philosophischen Fakultät der Universität Berlin und Mitglied der Preussischen Akademie der Wissenschaften, hat der Kaiser die Grosse goldene Medaille für Wissenschaft verliehen.

Gestorben: Der Astronom am Observatorium zu Paris Paul Henry; der Begründer und Herausgeber der „Zeitschrift für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht" J. C. V. Hoffmann; der Professor der Mikrochemie an der Polytechnischen Schule in Delft Dr. Th. H. Behrens; der Rektor der Technischen Hochschule in Wien, Professor der technischen Mechanik und der Baumaterialienkunde, Ludwig von Tetmajer; der Professor der Physik an der Wiener Technischen Hochschule, Ditscheiner.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.